This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

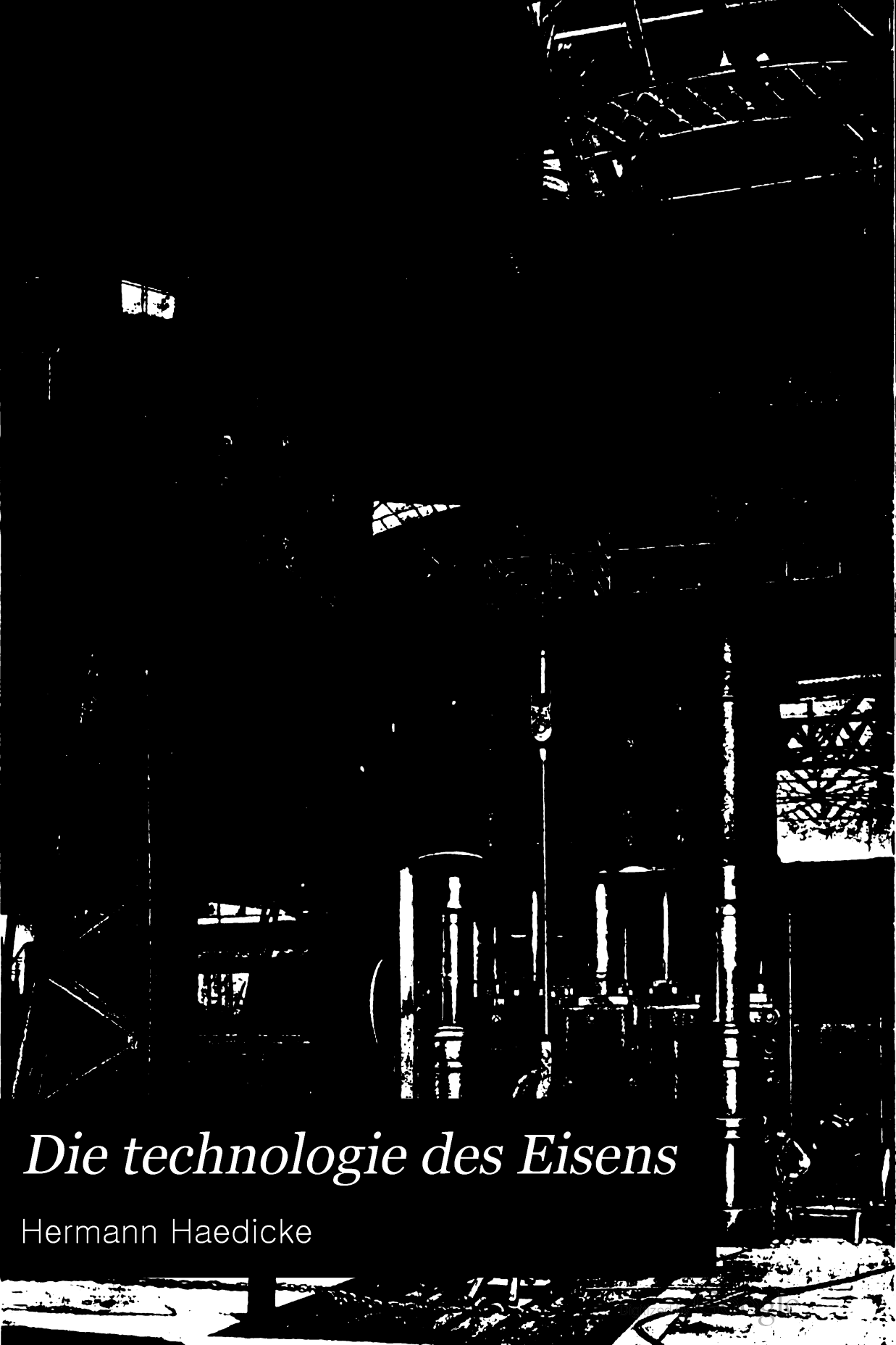
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`



Die technologie des Eisens

Hermann Haedicke

Library
of the
University of Wisconsin

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Die Technologie des Eisens

Digitized by Google

Digitized by Google

Die Technologie des Eisens

Handbuch für den praktischen Maschinenbau und die Stahlwaren- und Kleineisenindustrie

von

Hermann Haedicke

Direktor der Kgl. Fachschule für die Stahlwaren- und Kleineisenindustrie des Bergischen Landes zu Remscheid

Mit 1192 Textabbildungen, sowie 6 Beilagen

Leipzig
Verlag von Otto Spamer
1900

Digitized by Google

Sonderausgabe aus dem Buch der Erfindungen,
Gewerbe und Industrien.

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten.

Digitized by Google

141618
MAY 1 0 1910
TDH
H114
6932145

Vorwort.

Das vorliegende Werk soll einen Beitrag bilden zu den vielfachen Bestrebungen, die Verarbeitung des für die heutige Technik so überaus wichtigen Eisens vorzuführen. Gibt es doch kaum ein industrielles Gebiet, welches nicht Werkzeuge von Stahl, oder Geräte, Gestelle, meistens sogar Maschinen aus Eisen verwendet, so daß also jedermann, und sei es nur vermöge Feder oder Nadel, mit diesem Metall in Berührung zu treten hat und sich von den Eigenschaften desselben abhängig fühlt. Vor allem ist es aber der Techniker, welcher mit dem Eisen, sei es in Form von Schmiedeeisen, Gußeisen oder Stahl, berufsmäßig zu thun hat und mit seinen Eigenschaften und der Art seiner Verarbeitung bekannt sein muß.

Der Verschiedenheit der Berufskreise der Leser entsprechend ist es das Bestreben gewesen, den Stoff gemeinverständlich zu bearbeiten. Der Bedeutung des Rohmaterials — Eisen — gemäß sind zuerst die drei wichtigen Gebiete: Schmiede, Walzwerk und Gießerei eingehend behandelt worden. Das gewaltige Gebiet des Maschinenbaues, welches, abgesehen vom konstruktiven Standpunkte, als Nutzanwendung dieser drei Verarbeitungswege aufzufassen ist, konnte freilich nur gestreift werden, wogegen die Verarbeitung im kleinen, die Stahlwaren- und Kleineisenindustrie, zunächst durch eingehende Besprechung der Eigenschaften des Eisens und Stahles und der Behandlung desselben herangezogen worden ist.

Die zweite Hälfte wird durch eine Reihe von Beispielen aus diesem großartigen Gebiete gebildet, in welchen die Herstellung der wichtigsten Geräte, vom Nagel und der Nadel bis zum Fahrrad in Bild und Wort zur Darstellung gelangt ist.

Der Fortschritt auf diesen Gebieten ist durch die Einführung der Massenfabrikation und die Vervollkommnung der Werkzeugmaschinen namentlich in den letzten Jahren ein außerordentlich schneller geworden, und es war nicht möglich, vollständig Schritt zu halten; die Darstellung wurde von der Technik überholt. Der geneigte Leser wird daher gebeten, die allerneuesten Fortschritte in den technischen Zeitschriften, namentlich „Dinglers polyt. Journal", „Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure", „Stahl und Eisen", „Glasers Annalen", „Zeitschrift für Werkzeuge und Werkzeugmaschinen", „Kraft und Licht", „Polytechnisches Zentralblatt", „Volldampf", „Häder" u. s. w. nachzulesen, denen vieles entnommen worden ist. Außer diesen waren es neben verschiedenen eigenen Erfahrungen

Digitized by Google

aus der Praxis namentlich die hervorragenden Werke von Karmarsch, Eversmann, Petzold, Wedding, Ledebur und Fischer, Beckert und Lüdicke, welche vielfach benutzt werden konnten. Mehrere Abbildungen entstammen den Sammlungen der Königlichen Fachschule zu Remscheid. Das Geschichtliche ist vorzugsweise dem großartig angelegten und durchgeführten Werke von Dr. Ludwig Beck entnommen, welches auch sehr viele rein technische Angaben enthält.

Das Werk möchte sich zum Freund machen allen, welche mit der Verarbeitung des Eisens zu thun haben, und dem praktischen Maschinenbauer, dem Werkzeugfabrikanten und Kleineisenindustriellen einerseits, sowie dem angehenden Techniker andererseits als nützliches Nachschlagebuch dienen.

Remscheid, im Dezember 1899.

Haedicke.

Digitized by Google

Inhalt.

Seite

Die Schmiede 3
Geschichtliches (3). — Das Schmiedefeuer. Der Flachrost. Das Wasserstaubfeuer (6). — Die Gebläse (11). — Die Glühpackung von Goldschmidt (15). — Der Dampfhammer (16). — Die Schmiedepresse (24). — Die Technik des Schmiedens (31).

Das Walzwerk 35
Geschichtliches (35). — Der Walzengang (39). — Die Kammwalzen (40). — Die Arten der Walzwerke (41). — Das Formwalzen (43). — Das Universalwalzwerk (47). — Das walzen der Panzerplatten (50). — Das Ringwalzwerk (52). — Figurenwalzen (55). — Tischwalzen. Der Pilgerschritt (60)

Die Eisengießerei 61
Geschichtliches (61). — Die Schmelzvorrichtungen (64). — Die Herstellung der Formen (73). — Die Schablonenformerei (82). — Die Formmaschine (84). — Das putzen (90). — Die Stahlgießerei (91). — Der Schmiedguß (93).

Der Maschinenbau 103
Definition (103). — Geschichtliches (105). — Der Vorgang im Maschinenbau (113). — Neuerungen (122).

Die Stahlwaren- und Kleineisenindustrie 130
Die Verarbeitung des Eisens im allgemeinen (130). — Der Kohlenstoffgehalt. Eisen und Stahl (131). — Raffinierstahl (132). — Die Behandlung im Feuer (134). — Wahl und härten des Stahles (135). — Das richten und die direkte Härtung (140). — Das schweißen (141). — Das löten (143). — Die Werkzeuge der Kleineisenindustrie (145). — Die Hebelhämmer (146). — Die Riemenhämmer (149). — Die Lufthämmer (151). — Die Preßluftwerkzeuge (154). — Das schmieden von Hand (157). — Der Schutz und die Verschönerung der Oberflächen (160).

Blechgebilde 166
Geschichtliches (166). — Blechscheren (167). — Blechbearbeitungsmaschinen (170). — Das ziehen des Bleches (175). — Die Klempnerei (179). — Gelochte Bleche (180). — Zierbleche und Zerrblech (182). — Preßblech (183). — Herstellung der Stahlfedern (185).

Drahtgebilde 191
Drahtgitter (191). — Drahtgeflechte (192). — Stacheldraht (196). — Die Herstellung der Nähnadeln (198). — Die Haar-, Strick- und Häkelnadeln (209). — Die Stecknadeln (212). — Die Nägel. Die Nagelschmiede (217). — Maschinennägel (219). — Hufnägel (223). — Die Drahtstiftfabrikation (225). — Gegossene Nägel. Ziernägel (233). —

Bolzen, Niete und Schrauben 236
Das Niet. Nietpresse (236). — Die Mutter. Mutterpresse (239). — Die Schraube (242). — Die Schneidwerkzeuge (243). — Die Gewindeschneidebank (251). — Gewindefräsen. Gewindeschmieden (252). — Die Holzschraubenfabrikation (252). — Gewindewalzen (254). — Arten der Gewinde (256).

Die Herstellung der Klingen 259
Das Messer. Geschichtliches (259). — Die Herstellung der Klinge (265). — Das schleifen (271). — Der Griff. Das Heft (272). — Die Gabel (274). — Das Taschenmesser (275). — Die Schere (279).

Digitized by Google

Seite

Die groben Klingen 289
Die Sackhauer (289). — Die Sense (291). — Die Säbelklinge (295). — Hack- und Hauwerkzeuge (297).

Die Herstellung der Ketten 302
Kettenschmiede. Das walzen der Ketten (302). — Gelenkketten (304). — Schleifketten. Zusammengebogene Ketten (305). — Verbundketten. Stahlbandketten (307).

Die Herstellung der Rohre 308
Geschweißte Rohre. Spiralrohre. Wellblechrohre (308). — Nahtlose Rohre (310). — Konische Rohre (312). — Rohrpresse (314). — Metallschläuche (315).

Die Kugelfabrikation 316

Die Fägen 325
Breiten der Säge (325). — Das schleifen. Amerikanische Schleifmaschine (326). — Das zahnen (328). — Die Kreissäge (329). — Die Meißelsäge (334). — Seltenere Sägenformen (335).

Die Feile 337
Geschichtliches (337). — Bezeichnung (341). — Das schleifen und hauen (342). — Die Feilenhaumaschine (345). — Das härten und richten (352). — Schärfen der Feile (354). — Zusammengesetzte Feilen (356).

Der Schlittschuh 357

Das Reißzeug 363
Geschichtliches (363). — Die Trapezform (367). — Die Reißfeder (371). — Die Rundform (372). — Der Transporteur (373).

Das Fahrrad 374
Geschichtliches (374). — Der Gummireifen (377). — Das Gestell (380). — Die Fittings und die Gelenkverbindungen (384). — Das Hauptstück (386). — Die Verbindungen. Löten, schweißen und rollen (390). — Die Gabel (393). — Die Nabe und die Speichen (394) — Die Felgen (396). — Die Kugellagerung (398). — Zahnrad und Kette (402). — Antrieb und verstellbare Übersetzung (403). — Das Motorrad (408).

Beilagen.

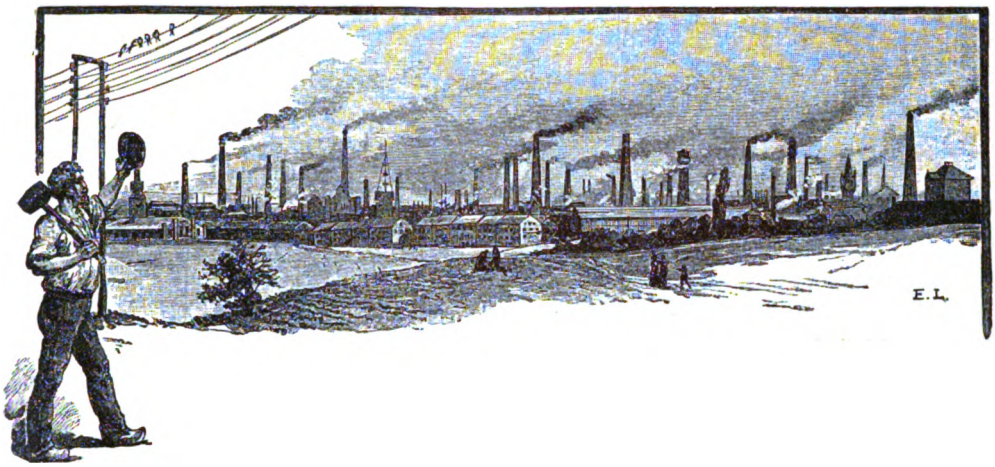
Schienenwalzwerk der Rheinischen Stahlwerke in Ruhrort 46
Brammalzwerk zu Longwy 51
Bandagenwalzwerk der Rheinischen Stahlwerke in Ruhrort 56
Eisengießerei der Maschinenfabrik Moltitor & Co. in Heidelberg 66
Inneres der Werkzeugmaschinenbau-Werkstätte der Sächsischen Maschinenfabrik vorm. Rich. Hartmann in Chemnitz 122
Maschinen- und Kanonenwerkstätte des Bochumer Vereins für Bergbau und Gußstahlfabrikation . . 128

Digitized by Google

Die
Technologie des Eisens.

Digitized by Google

Digitized by Google



Die Verarbeitung des Eisens.

Das in der Hütte hergestellte Rohmaterial gelangte früher ausschließlich unter den Hammer, der demselben die weitere Form gab, eine Zwischenform für den Handel behufs späterer endgültiger Verwendung: gröbere und feinere Stangen, Flacheisen und Bleche, auch wohl größere Blöcke. Die Neuzeit hat den Hammer zurückgedrängt und die erste Formgebung des sonst fertigen Rohmaterials vorzugsweise der Walze übertragen.

Wir folgen indessen der geschichtlichen Entwickelung und beschäftigen uns zunächst mit der Umformung des Eisens durch schmieden.

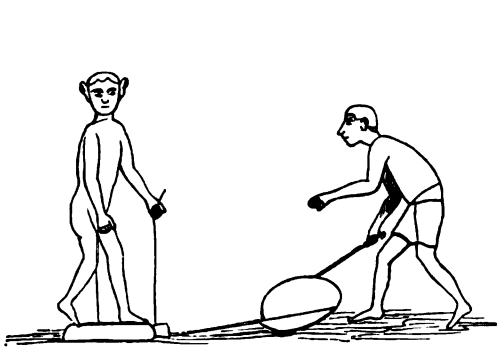
Die Schmiede.

Begriff des Schmiedens. Geschichtliches.

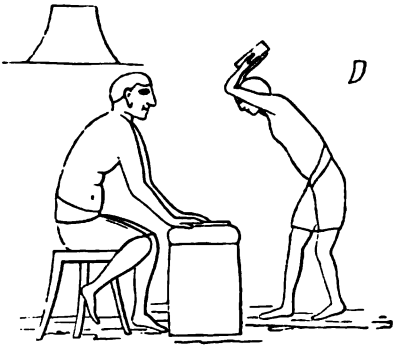
Unter schmieden versteht man die wechselseitige Bearbeitung eines Materials durch den Schlag, im Gegensatz zu hämmern, treiben, pressen oder walzen, wobei die Behandlung nur einseitig erfolgt. Während im letzteren Fall nur eine gewisse Dehnbarkeit von dem betreffenden Material verlangt wird, erfordert die Eigenschaft der Schmiedbarkeit eine große Zähigkeit, wie wir sie bei nur wenigen Körpern finden. Einige lassen sich, wie Blei, Zinn, Aluminium, Kupfer und einige seiner Legierungen, schon in kaltem Zustande einigermaßen schmieden; Zink muß etwas angewärmt werden und bleibt trotzdem nur unvollkommen schmiedbar, während das Schmiedeeisen namentlich in glühendem Zustande das eigentliche Schmiedematerial ist.

Die Kunst des schmiedens ist uralt und hat ihren Sitz in Äthiopien, wo noch heute nach dem primitiven Verfahren der Alten Eisen gewonnen wird. Auf einem Steine, der sich in Florenz befindet, finden wir (Abb. 2 u. 3) die bekanntermaßen älteste Darstellung des schmiedens (aus Ägypten), welche an dem Symbol *D* als Eisenschmiede erkennbar ist. Das erste Bild stellt ein Schmiedefeuer dar. Der durch seinen rundlichen Kopf als Sklave gekennzeichnete Arbeiter tritt den Blasebalg — eine einfache Tierhaut, wie es heute noch in abgelegenen Gegenden üblich ist — und bläst das von dem Meister bediente Feuer an. Die andere Darstellung zeigt, wie das auf einem steinernen Amboß von dem Meister gehaltene Eisenstück zugeschmiedet wird, und zwar wieder durch einen als Hammer dienenden Stein. Andere Abbildungen derselben Periode zeigen das erblasen des Eisens in offener Herdgrube, eine andere einen Schmelzofen aus Thon,

Digitized by Google



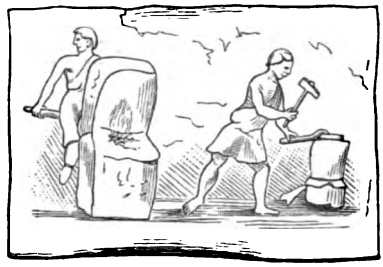
2. Ägyptisches Schmiedefeuer.



3. Ägyptische Schmiede.

Nach altägyptischen Darstellungen.

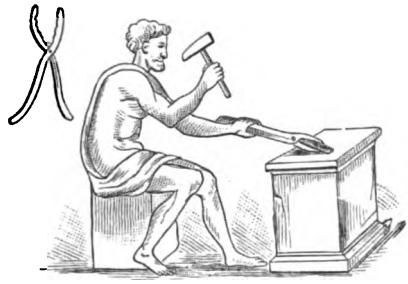
4. Römischer Grobschmied.



5. Römische tragbare Schmiede.

Nach Reliefs auf Sarkophagen.

6. Vulkan, für Jupiter den Blitz schmiedend.



7. Römischer Schmied mit dem Handhammer arbeitend.

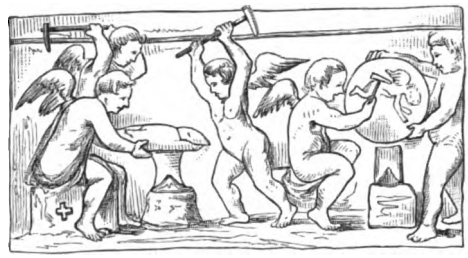
Nach Vasenbildern.

während wieder eine andere eine starke Kupferplatte als Amboß und eine runde Kupferkugel ohne Stiel als Hammer darstellt.

Unter den vielen bildlichen Darstellungen aus alter Zeit mögen noch einige römische angeführt werden. Abb. 4 stellt das Flachrelief eines römischen Sarkophags dar, eine lebensvolle Wiedergabe der Handschmiederei. Abb. 5 — ein Grabstein im Museum des Lateran — zeigt eine uralte Schmiede mit einem schon etwas künstlicheren Schmiedefeuer, welches sogar mit einem Hebel zum Betrieb des Blasebalges versehen zu sein scheint, der freilich von anderer Seite als Tragstange des alsdann transportabel zu denkenden Feuers angesehen wird. Abb. 6 ist eine Darstellung zum Vergil im Vatikan und zeigt, wie Vulkan dem Zeus den Blitz schmiedet, und Abb. 7 stellt einen oft auf Vasen abgebildeten Schmied dar, nebst Zange als Symbol. Sehr hübsch ist die Darstellung einer Gruppe geflügelter Eroten auf einem römischen Sarkophag

Digitized by Google

(Abb. 8), welche einen Eisenklumpen in Gestalt eines Fisches bearbeiten. Beck[1]) macht gegenüber anderer Auffassung dieses Schmiedestückes darauf aufmerksam, daß das Erstlingsprodukt der Eisengewinnung, die Luppe, vielfach mit Tieren verglichen worden ist. Dies Wort kommt bekanntlich her von lupus, Wolf, und hat sich auch als solches erhalten (Wolfsofen). Auch die italienische, französische und englische Sprache haben diese Bezeichnung. Im Deutschen hat man auch die Bezeichnung Eisengans, Gans, Goes, und im Französischen renard, Fuchs, und saumon, Salm. Es ist also anzunehmen, daß auch die Römer den Vergleich der aus verschiedenen Gründen beidendig zugespitzten Form des fertigen Eisenklumpens mit dem Fisch gezogen haben. Zudem weist Beck darauf hin, daß die Abbildung einem Cyklus von Bildern aus dem Tierkreis angehört. — Den Ab-



8. Schmiedende Eroten.
Relief auf einem Sarkophag.

9. Die Schmiede des Hephaistos. Relief aus Pompeji.

schluß alter Darstellungen aus der Schmiede mag das markige Relief aus Pompeji (Abb. 9) bilden, die Schmiede des Hephaistos darstellend, der bei der Arbeit ist, einen Schild zu breiten.

Und dieser uralten Darstellung können wir in der Abb. 10 eine Schmiede aus unserem Jahrzehnt an die Seite stellen, welche wie ein Hohn erscheint auf die Fortschritte desselben: eine Schmiede aus dem Mondlande Unjamwesi (Afrika), nach den Mitteilungen des Forschungsreisenden Speke. Nur ein geringer Fortschritt ist zu erkennen. Statt des einfachen Tierbalges finden wir ein durch ein Fell abgeschlossenes cylindrisches Gefäß, von welchem ein Windrohr zum Feuer führt. Das sehr locker aufgebundene Fell wird mit Hilfe eines daran befestigten Stabes auf- und abgezogen. Eine hier nicht er-

[1]) Dr. Ludwig Beck, „Die Geschichte des Eisens", eine reiche Fundgrube, der die Abb. 1 bis 7 und weiterhin viele andere mit den zugefügten Erläuterungen entnommen sind.

Digitized by Google

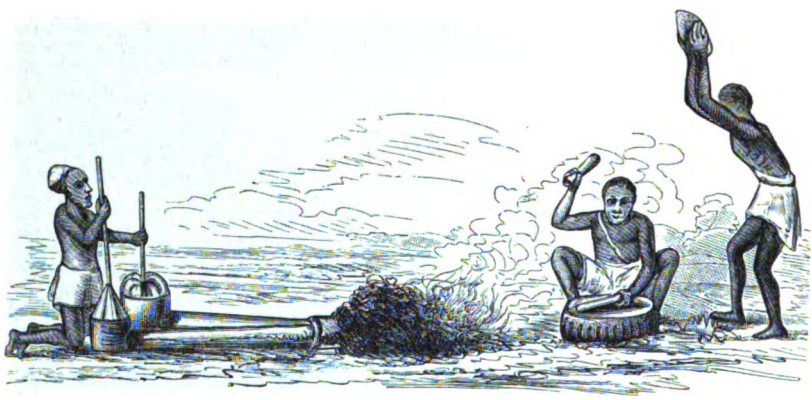
kennbare Vorrichtung sorgt für rechtzeitige Öffnung und Schließung von Löchern im Fell, welche die Luft einlassen, und ähnliche für den Austritt. Um einen möglichst gleichförmigen Luftstrom hervorzubringen, sind zwei solcher Blasebälge aufgestellt, die abwechselnd bethätigt werden. Das ist der Fortschritt in mehreren tausend Jahren da, wo die Wissenschaft noch nicht Eintritt gehabt hat!

Das Schmiedefeuer.

Verlassen wir indessen diesen altgeschichtlichen Weg und wenden wir uns der modernen Kultur zu.

Wir haben in der Hütte das Eisen in Form grober Stangen entstehen sehen und folgen nun dem weiteren Verlauf seiner Verarbeitung. Das nächste ist das vorbereiten für die Formveränderung, das glühen.

Für große Stücke wird der Flammofen verwendet, eine Einrichtung, die sich im allgemeinen nur wenig von dem uns bereits bekannten Puddelofen unterscheidet. Der Grundriß (Abb. 11) ist derselbe: an dem einen Ende der Rost a, in der Mitte der seitlich mit der Arbeitsöffnung versehene Herd b und am anderen Ende der Abzug c. Die hier



10. Schmiede in Unjamwesi (Deutsch-Ostafrika), 19. Jahrhundert.

abgehenden Gase werden noch zur Dampferzeugung verwendet und aus diesem Grunde um einen Kessel d (Abb. 12) herumgeführt, von welchem aus sie durch den Kamin entweichen[3]). Je nach der Form des Schmiedestückes wird dasselbe entweder ganz in den Ofen gelegt, der dann oft anders gestaltet und meistens zugemauert wird, oder nur teilweise der Glut ausgesetzt. In diesem Fall ragt das Stück aus der Arbeitsöffnung heraus, in welcher es natürlich ebenfalls eingemauert wird. Statt der Rostfeuerung findet man in der Neuzeit auch eine Generativfeuerung (Gasfeuerung), wie sie uns bereits bekannt ist.

Weniger große Stücke — immer noch gewaltige Blöcke — oder auch besonders lange Gegenstände, wie Schiffssteven u. ä., werden häufig im offenen Feuer, einem niedrigen, aber sehr ausgedehnten Herd, gewärmt, welches dann mit Unterwind geht. Die Einrichtung hat u. a. den Vorteil großer Zugänglichkeit. Auch in der Amboßfabrikation finden wir einen ähnlichen niedrigen Herd, bei dem indessen vom Unterwind seltener Gebrauch gemacht wird.

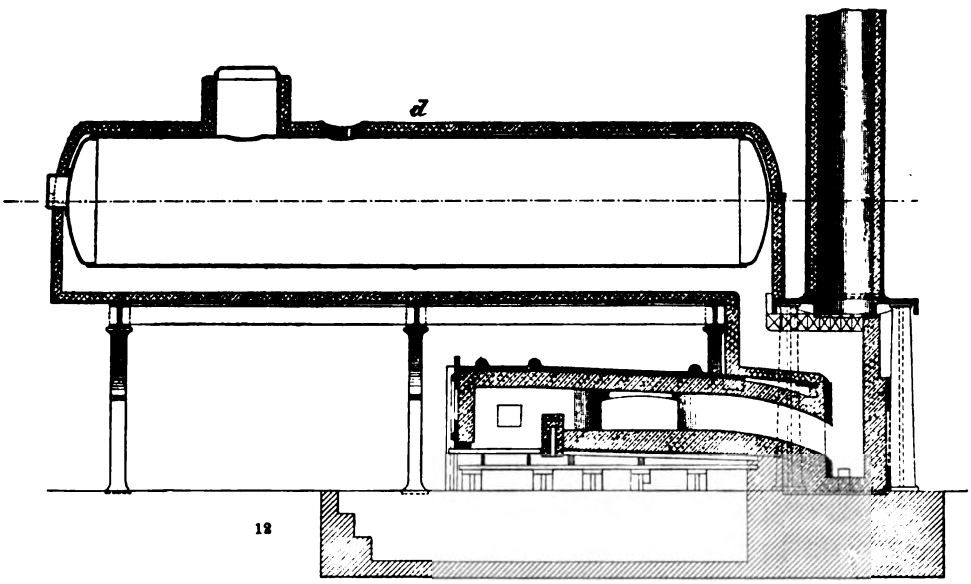
Für besondere Zwecke werden auch Sonderformen verwendet. Abb. 13 zeigt ein Feuer zum verschweißen von Radnaben.[3]) Dasselbe besteht aus einem aufgemauerten Herd, welcher der Radgröße angepaßt ist. Das Rad wird darauf gelegt und mit einem durch Kranvorrichtung zu bewegenden hutförmigen Deckel abgedeckt, so daß ein ofenartig abgeschlossener Raum entsteht, der wohl auch zuweilen an der Fuge zwischen Herd und Hut abgedichtet wird.

---

[3]) Petzold, „Eisenbahnmaterial".

Digitized by Google

Das heute noch vielfach verwendete gemauerte Schmiedefeuer hat im allgemeinen die in der Abb. 14 dargestellte Einrichtung.[3]) Der aufgemauerte und unten mit einer Aussparung a zur Aufnahme der Kohlen versehene Herd enthält bei b eine Mulde, in welche seitlich der Wind geleitet wird. In der Regel ist hier ein gußeiserner Klotz c eingemauert, in welchen lose das Windrohr eingesetzt wird. Die Stelle, wo der Wind in die Mulde tritt — die Düse — leidet sehr unter der Wirkung der Hitze und brennt, wenn in Mauerwerk ausgeführt, leicht aus, erfordert also häufiges ausbessern. Das Gußstück dagegen bleibt infolge seiner Wärmeleitungsfähigkeit kühler, wozu die durchströmende kalte Luft viel beiträgt, die ihrerseits, indem sie kühlt, wieder etwas vorgewärmt wird. d ist ein Wasserbehälter zum annässen der Kohlen.



11 u. 12. Flammofen, mit Benutzung der Abgase.
11 Grundriß, 12 Querschnitt.

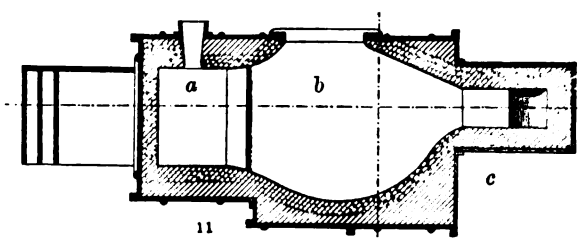


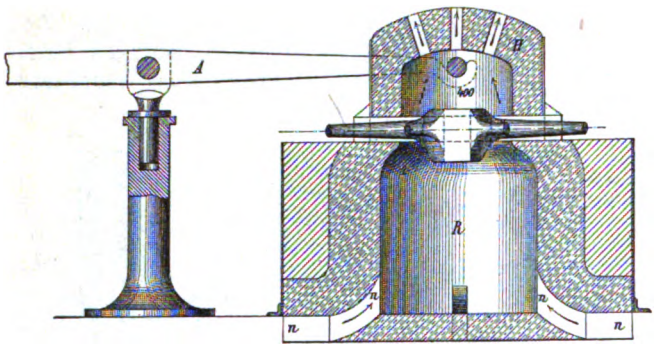
Abb. 15 zeigt eine moderne gußeiserne Schmiedeesse mit Unterwind.[4]) Hier befindet sich unter dem Boden der Mulde ein Windkasten, dem die Luft wieder seitlich zugeführt wird. Derselbe trägt oben die — auswechselbare — gußeiserne Düse, welche mit einer runden Öffnung oder einer oder mehreren schlitzartigen Öffnungen versehen ist und so den Wind mitten in die brennende Kohlenmenge führt. Unten ist eine Klappe, oft auch ein ventilartiger Verschluß angebracht, um die hineingefallene Asche, Schlackenstückchen u. ä. zu entfernen; links finden wir wieder den Wasserkasten.

Dieser Wasserkasten gibt zu einer weiteren Betrachtung Veranlassung. Das das Schmiedestück umgebende und zu höchster Glut angefachte Feuer äußert seine Wirkung naturgemäß nach allen Seiten hin, so auch auf die Umgebung, welche, wenn das Feuer sehr groß ist, aus den Muldenwandungen selbst, im anderen Falle aus den umgebenden

[4]) A. Lüdicke: „Der Kunst-, Bau- und Maschinenschlosser".

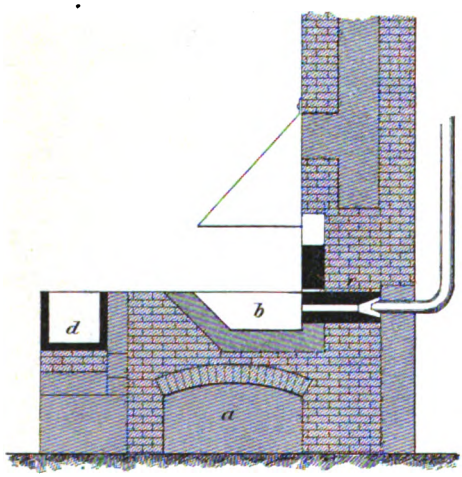
Digitized by Google

Kohlen besteht. Das letztere ist die Regel. Diese Kohlen geraten natürlich ebenfalls in Glut und verbrennen, soweit der Sauerstoff der ihnen zuströmenden Luft noch nicht verbraucht ist. Je schärfer das Gebläse wirkt, desto mehr Luft geht auch diesen Kohlen zu; sie brennen — und brennen meist ganz unnötig. Um den hiermit verbundenen Verlust zu vermeiden, näßt der Schmied die umgebenden Kohlen, so auch oft die aufliegenden, an, um „das Feuer zusammenzuhalten". Er begrenzt dadurch das Feuer auf den ihm genügend erscheinenden Raum und verhindert so die Kohlen, unnötig zu verbrennen. Aber er verdampft dafür Wasser, was er freilich in den allerwenigsten Fällen beachtet. Und hiermit ist naturgemäß wieder ein Verlust verbunden, der Verlust derjenigen Wärme, welche das Wasser zum verdampfen nötig hat.

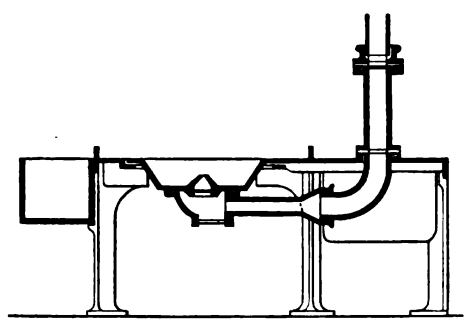


13. Schmiedefeuer für Eisenbahnräder. (Zu S. 6.)

Abb. 16 u. 17 (G.M.S.) stellt das Feuer der Königlichen Fachschule für die Stahlwaren- und Kleineisenindustrie des Bergischen Landes zu Remscheid dar, bei welchem diesem Übelstande abgeholfen ist. Das Feuer arbeitet ebenfalls mit Unterwind, der durch die Spalten einer auswechselbaren Platte (Abb. 17) eintritt. Da der Wind diese Platte an einer wesentlich größeren Fläche berührt, als sonst üblich ist, so gibt er auch eine



14. Gemauerte Schmiedeesse. (Zu S. 7.)



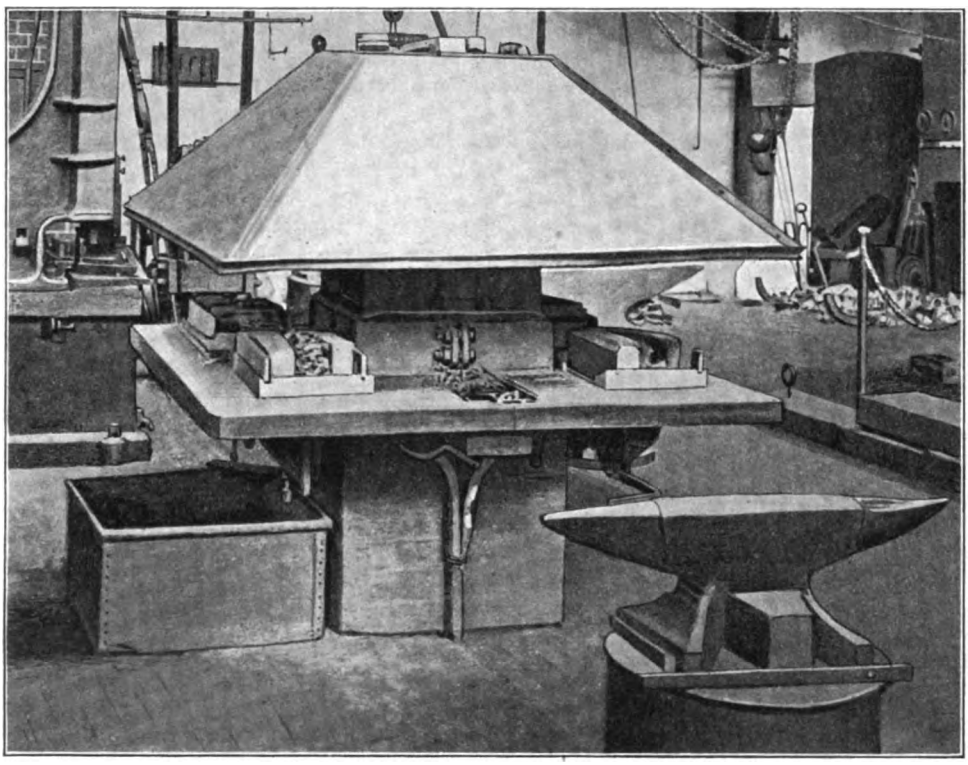
15. Gußeiserne Schmiedeesse. (Zu S. 7.)

wesentlich bessere Kühlung, infolgedessen jeder erkennbare Abbrand vermieden ist; die Platte ist nach langjährigem Gebrauch noch wie neu. Sie liegt aber, wie aus der Abbildung zu ersehen ist, in der Ebene des Herdes, welcher aus diesem Grunde an sich keine Mulde besitzt. Die Kohlen werden von Steinen — es genügen gut vorgetrocknete Mauersteine — zusammengehalten, welche ihre Stütze in einem Rahmen finden, der von 4 Gußplatten gebildet wird und, wie aus der Abb. 17 zu erkennen ist, durch verhaken erweitert werden kann. Das Feuer kann also dem Schmiedestück entsprechend vergrößert oder verkleinert werden, was namentlich bei Massenfabrikationen von Vorteil ist. Der Handwerksschmied, welcher große und kleine Sachen durcheinander zu bearbeiten hat, wählt die ihm zusagende größte Stellung, ohne den Vorteil der Anordnung wesentlich zu mindern.

Digitized by Google

Alle Wärme nun, welche das Feuer seitlich ausstrahlt, wird anstatt von gußeisernen Wandungen, Kohlen oder Wasser durch die die Mulde bildenden Steine aufgenommen, welche glühend werden und sie so, nahezu ganz unvermindert, in das Feuer zurückstrahlen. Der hierdurch geschaffene Vorteil ist überraschend groß. Vergleichende Versuche, welche von gutgeschulten Schmieden angestellt worden sind, haben ergeben, daß z. B. für eine bestimmte Wärme gebraucht wurde:

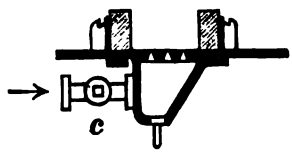
	Bei einem bestgeleiteten üblichen Feuer	beim Feuer der Remscheider Fachschule
an Brennmaterial	Mark 17.16	Mark 8.17
an Arbeitslohn	„ 40.40	„ 21.50
Zusammen	Mark 57.56	Mark 29.67



16. Vierfache Schmiede mit Flachrost und unterirdischem Abzug. (Zu S. 6.)

Es ist also lediglich durch richtige Anordnung eine Ersparnis von etwa 48½ % erzielt worden.

Eine andere Besserung des Schmiedefeuers ist von der Firma Bechem & Post in Hagen i. W. ausgebildet worden; dieselbe beruht auf der Verwendung von Wasserstaub. Abb. 18 zeigt diese ebenfalls in der Königlichen Fachschule zu Remscheid im Betrieb befindliche Anordnung. — Ein zunächst mit Luft gefüllter, im übrigen allseitig dicht abgeschlossener Kessel wird von unten her mit Wasser vollgepumpt, welches die abgeschlossene Luft zusammenpreßt und, je nach dem Wasserstand, auf einen Druck bis zu 8 Atmosphären bringt. Mit diesem Druck ist die Luft bestrebt, das Wasser herauszupressen, welches durch das Rohr a zur Esse und bei b zu einer Düse gelangt, welche in der Abb. 19 besonders abgebildet ist. Dieselbe hat drei Bohrungen, deren



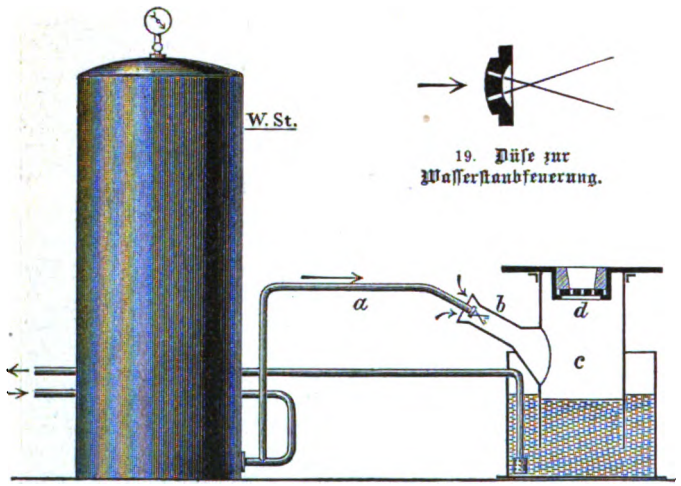
17. Esse mit Flachrost.

Digitized by Google

auf dem Mantel eines Kegels liegende Mittellinien sich kreuzen. Die drei Strahlen des durchgepreßten Wassers treffen sich also und zerstäuben sich gegenseitig. Der bei b austretende Staubstrahl reißt nun die umgebende Luft, nach Art des bekannten Injektors, mit und erzeugt in dem unten durch Wasser abgeschlossenen Raum einen geringen Druck — etwa 5—10 mm — unter welchem die mit Wasserstaub gesättigte Luft durch den Rost in das Feuer strömt. Der Druck ist also ganz wesentlich geringer, als der sonst durch die üblichen Gebläse erzeugte und entspricht etwa einem mäßigen Schornsteinzug.

Trotzdem vernehmen wir ein rauschen, als wenn der Wind mit großer Kraft in das Feuer blase, und bemerken eine auffällige, eine blendende Weißglut. Der Vorgang wird*) wie folgt erklärt.

Die Wärmemenge, welche sich beim verbrennen — verbinden mit Sauerstoff — von 1 kg Kohlenstoff entwickelt, ist eine genau bestimmte und durchaus unabhängig von der betreffenden Verbrennungseinrichtung, wogegen die Temperatur, welche dabei auftritt, von verschiedenen Umständen abhängig ist, jedoch einen bestimmten Höchstwert nicht übersteigen kann. Liegt 1 kg Kohlenstoff, vielleicht in der Form von Holz, jahrelang der Luft ausgesetzt, so vergeht es, und zwar genau unter Entwickelung der naturgemäß vorgeschriebenen Wärme. Die dabei entstehende Temperatur ist indessen wohl kaum meßbar. Mit der entwickelten Wärme würde man nämlich 8080 kg Wasser um einen Grad Celsius, oder eine entsprechende Luftmenge um irgend einen Bruchteil eines Grades erwärmen, oder irgend eine andere Wärmeleistung von 8080 Kalorien hervorbringen können, und es ist klar, daß die dabei entstehende Temperatur von der Menge der erwärmten Körper abhängig, also um so niedriger sein muß, je größer die Menge derselben ist. In der Zeit nun, welche ein Stück Holz gebraucht, um zu verwesen, streicht so viel Luft darüber hin — ganz abgesehen von der berührten und ebenfalls wärmefordernden Unterlage — daß eben eine Temperaturerhöhung nicht nachzuweisen sein wird. Wird aber dieselbe Kohlenmenge fein zerrieben und mit Schwefel und Salpeter gemengt oder sonst zu einer explosiven Masse verarbeitet, so geht die Verbrennung desselben so außerordentlich schnell vor sich, daß nahezu alle Wärme in den Verbrennungsprodukten bleibt und die höchstmögliche Temperatur, die theoretische Verbrennungstemperatur, liefert.



18. Wasserstaubschmiede. (D. R.-P.)

19. Düse zur Wasserstaubfeuerung.

Dringt also das Wasser in feinster Form durch den Rost in die brennende Kohle, so findet zunächst eine Zersetzung in Wasserstoff und Sauerstoff statt, welcher letztere sich der glühenden Kohle bemächtigt, während der Wasserstoff später, bei niedriger Temperatur, sich wieder mit dem Sauerstoff der Gebläseluft — in diesem Fall also der vom Wasserstaubstrahl mitgerissenen Luft — zu Wasserdampf vereinigt. Beim zersetzen hatte das Wasser Wärme verbraucht, die es den brennenden Kohlen entnommen hat; bei der Vereinigung mit Sauerstoff wird genau dieselbe Wärmemenge wieder abgegeben. Das Wasser liefert also keine Wärme, verbraucht im Gegenteil noch soviel, als es zur Umwandlung

*) „Stahl und Eisen", 1897, Nr. 18.

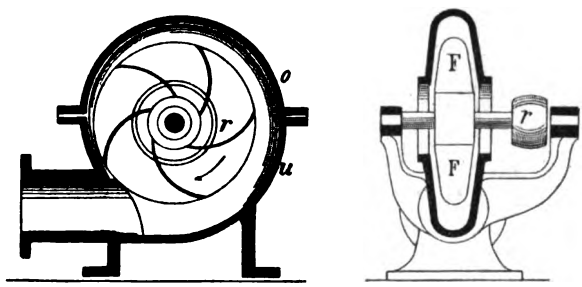
Digitized by Google

in Dampf erfordert; aber es gestaltet den Verbrennungsprozeß günstiger, als er sonst verlaufen würde: Der glühende Kohlenstoff findet Sauerstoff im Augenblicke des Entstehens — in statu nascendi — vor, also unter Umständen der allergünstigsten Art, und seine Verbindung mit demselben geschieht unter Verhältnissen, welche der Bildung einer hohen Temperatur besonders günstig sind.

Warum nun Dampf, unter den Rost geführt, nicht ebenso günstige Resultate gibt, ist noch nicht aufgeklärt. Selbst warmes Wasser leistet nicht das, was man mit Wasser von gewöhnlicher Temperatur erhält. Da man selten über Preßwasser verfügt, so lag es nahe — der Versuch ist in der oben erwähnten Anstalt angestellt worden — Wasser aus einem unter Dampf stehenden Kessel zu verwenden, womit indessen keine Resultate erreicht werden konnten. Es scheint so, als ob die mechanische Wirkung des als Flüssigkeit in die Kohle eindringenden und dort sprengend wirkenden Wassers mit dazu gehöre, was durch den eigentümlichen, oben erwähnten rauschenden Ton an Wahrscheinlichkeit gewinnt. Dagegen könnte vielleicht wieder eingewendet werden, daß das Wasser schon auf dem Wege durch den Rost recht gut so viel erwärmt werden kann, wie das Kesselwasser es an sich bereits ist.

Auch unter dem Dampfkessel hat sich der Wasserstaub bewährt. Die in der Königlichen Fachschule zu Remscheid angestellten Versuche ergaben bei der Anwendung von Wasserstaub eine Mehrverdampfung von 37,2 und eine Kohlenersparnis von 9,45 %.

Während das Wasserstaubfeuer keiner gesonderten Windzuführung bedarf, ist eine solche bei allen anderen Feuerungen durchaus notwendig. Hierzu dienen die Gebläse, welche den zweiten Bestandteil einer Schmiedeeinrichtung bilden. Man kann die sämtlichen Einrichtungen dieser Art in zwei große Gruppen teilen, in offene und geschlossene. Zu den offenen gehören alle diejenigen Gebläse, bei welchen der Luft auf irgend eine Weise eine Geschwindigkeit erteilt wird, welche sie zum Eintritt zwingt, ohne sich in einem durchaus abgeschlossenen Gefäß zu befinden. Der häufigste Vertreter dieser Gebläsegattung ist der bekannte Zentrifugalventilator (Abb. 20), bei welchem die Luft durch die zentrifugale Wirkung der schnell umlaufenden Flügel seitlich eingesaugt und dem Feuer zugetrieben wird.[4]) Es ist dies das für geringe Pressungen gebräuchlichste Gebläse. Auch das sehr alte Wasserfallgebläse (Abb. 21) gehört hierher, wie auch das Dampfstrahlgebläse (Abb. 22). In beiden Fällen wird bei a die Luft durch das vorbeischießende Wasser oder durch den Dampf mitgerissen und in die Leitung getrieben. Bei dem ersteren findet noch eine Trennung statt, während bei dem Dampfstrahlgebläse das mitreißende Medium, der Dampf, mit in das Feuer gelangt.

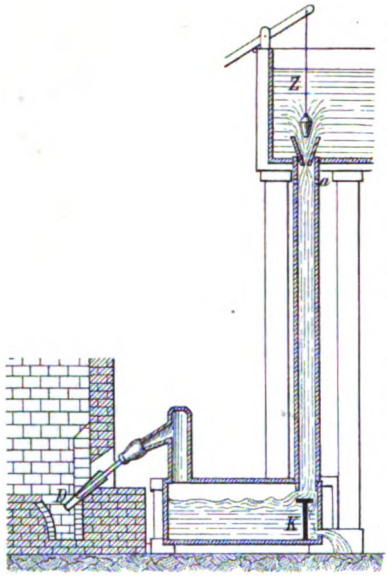


20. Zentrifugalventilator.

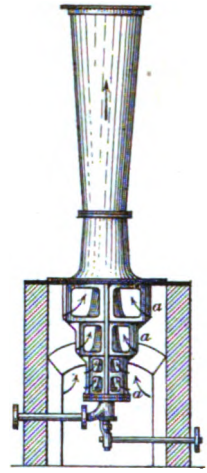
Zu den geschlossenen Gebläsen gehören neben dem uralten Tierbalg zunächst der daraus entstandene und heute noch recht beliebte Blasebalg, welcher in Abb. 23[4]) dargestellt ist. Derselbe ist nichts als der modernisierte, uns aus der Abb. 10 bekannte alte Doppelblasebalg, zu beiden Seiten eines festen Brettes a angeordnet, aber hintereinander wirkend, der erste durch einen Handhebel, der andere — obere — durch ein Gewicht gespannt. Das feste Brett ist mit einer Öffnung b mit Ventilklappe versehen, welche der Luft nur den Durchgang von unten nach oben gestattet. Es bildet die obere Wand eines einfachen Blasebalges, der durch auf- und niedergehen des Brettes c bethätigt wird. Der seitlich durch Leder abgeschlossene Raum wird durch niedergehen des Deckels vergrößert und füllt sich dabei durch das Ventil d mit Luft, welche beim aufgehen des durch den Hebel e f bethätigten Deckels durch das Ventil b nach oben, in den zweiten Blasebalg

Digitized by Google

entweicht. Hier findet sie sofort die Öffnung g, durch welche sie in die Windleitung gelangt. Jedem Zuge am Hebel e f entspricht also ein Windstoß in dieser Leitung. Ist jedoch die Größe des unteren Blasebalges in Bezug auf die Öffnung g so bemessen, daß nicht sofort alle Luft heraus kann, so hebt sich der durch das Gewicht h belastete Deckel k

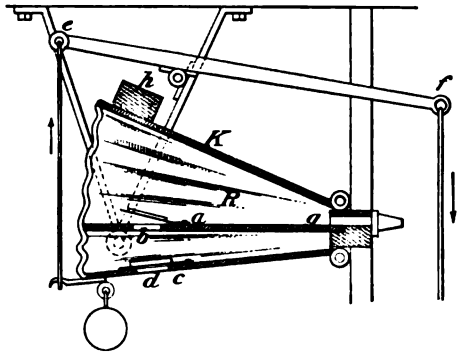


21. **Wasserfallgebläse.** (Zu S. 11.)

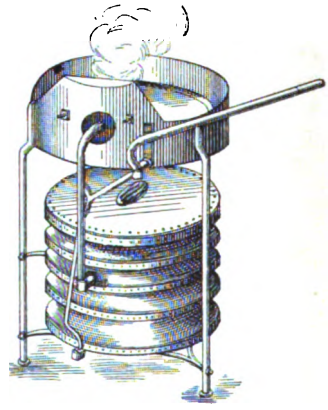


22. **Dampfstrahlgebläse.** (Zu S. 11.)
(Gebr. Körting in Hannover).

und gibt dem Luftüberschuß Raum. Während sich nun der Deckel k senkt, wirkt das Gewicht h und preßt auch seinerseits Luft in die Windleitung. Es wird daher ein dauernder Luftstrom erzeugt, der nur insofern pulsiert, als der von unten kommende Luftstrom notwendig kräftiger sein muß, als der durch das Gewicht nachgepreßte; der erstere soll ja den Deckel zu heben imstande sein.



23. **Blasebalg.** (Zu S. 11.)



24. **Cylindrischer Blasebalg.**

Dieser Blasebalg wird häufig in Cylinderform ausgeführt (Abb. 24[4]), wobei die drei Deckel Scheibenform erhalten. Die Einrichtung und Wirkungsweise ist dabei genau wie die soeben beschriebene.

Die hohen Spannungen, welche sich mit einem gut angelegten Blasebalg erzielen lassen, haben ihn, namentlich in kleineren Schmieden, trotz der lebhaften Konkurrenz,

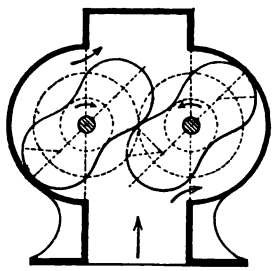
Digitized by Google

welche ihm vom Zentrifugalventilator geboten wird, erhalten, besonders da, wo noch Hand- oder Fußbetrieb besteht. Dagegen hat sich für mechanischen Antrieb das Kapselgebläse sehr beliebt gemacht, welches mit ruhigem Gang hohe Pressungen vereint.

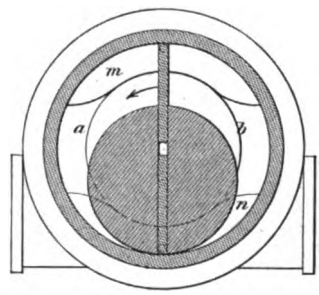
Die erste Form, in welcher diese Gebläseart aufgetreten ist und sich erhalten hat, ist das Rootgebläse (Abb. 25). Dasselbe besteht aus zwei von einem anschließenden Gehäuse umgebenen 8förmigen Walzen, welche sich gegeneinander drehen und aus diesem Grunde mit ineinandergreifenden Zahnrädern versehen sind, wie in der Abbildung punktiert angegeben ist. Bei der durch die Pfeile angedeuteten Umdrehungsrichtung wird der untere Raum vergrößert, dient also zum ansaugen, und der obere verkleinert, so daß die darin enthaltene Luft zu entweichen gezwungen wird.

Dieser durch Root wieder eingeführten Form*) sind verschiedene andere ebenfalls schon alte Formen gefolgt, welche man mit dem Namen Kapselgebläse bezeichnet. Sie haben auch eine Seitenlinie, welche vielleicht noch älter ist und nur eine sich drehende Welle mit einer sich darin verschiebenden Scheibe besitzt, wie in der Abb. 26 dargestellt ist. Die Scheibe wird auf irgend eine Weise — hier durch die in den Wänden eingelassenen Kreisstücke m, n — gezwungen, sich dicht an die Wand anzuschließen, während die beiden Räume a und b sich zwischen bestimmten Grenzen regelmäßig vergrößern und verkleinern.

Alle diese geschlossenen Gebläse haben die Eigenschaft miteinander gemeinsam, auch als Pumpen — der Wirkungsart nach — verwendet werden zu können und, umgekehrt wirkend gedacht, die Grundlage für das Problem des rotierenden Motors abzugeben.



25. Rootgebläse.



26. Schiebengebläse.

Das gleiche gilt von der weiteren Gattung der geschlossenen Gebläse, dem Cylindergebläse. Auch dies ist direkt abzuleiten von dem uralten Balggebläse; finden wir doch bereits in der Darstellung der Abb. 10 Cylinderform. Und wie man in der Neuzeit aus dem Kolben eine Membran gemacht hat, so ist hier aus der Membran ein Kolben geworden, der wie diese auf- und niedergeht und den darunter oder darüber befindlichen Raum vergrößert und verkleinert. — In früheren Zeiten war der Cylinder oft durch ein quadratisches Prisma ersetzt. Sehr bald hat man auch mit Wasserdichtung gearbeitet und ein sehr zweckmäßiges reibungsloses und doch absolut dichtes Gebläse (Abb. 27) geschaffen, das noch heute verwendungsfähig erscheint. Dasselbe besteht aus einem Pumpcylinder a und einem Windkessel b, beide aus je zwei sich ineinander bewegenden Hohlgefäßen zusammengesetzt, von denen je das eine glockenartig umgestülpt ist. Die ersten sind etwas mit Wasser gefüllt, in welches die Glocken eintauchen. Die eine der letzteren, bei a, wird durch eine Kurbel auf- und abgetrieben, saugt auf diese Weise von links her die Luft ein und preßt sie nach rechts weiter, wobei die Ventile c und d die Steuerung bewirken. Wird während des pumpens keine Luft gebraucht, so hebt sich die rechte Glocke, genau wie bei dem bekannten Gasometer, wobei die richtig abgepaßte Belastung derselben die Luft unter der gewünschten Spannung erhält, welche naturgemäß von der Höhe der Wasserdichtung abhängt. Dieselbe wirkt während des ansaugens negativ, wie sie in der Abb. 27 zu erkennen ist.

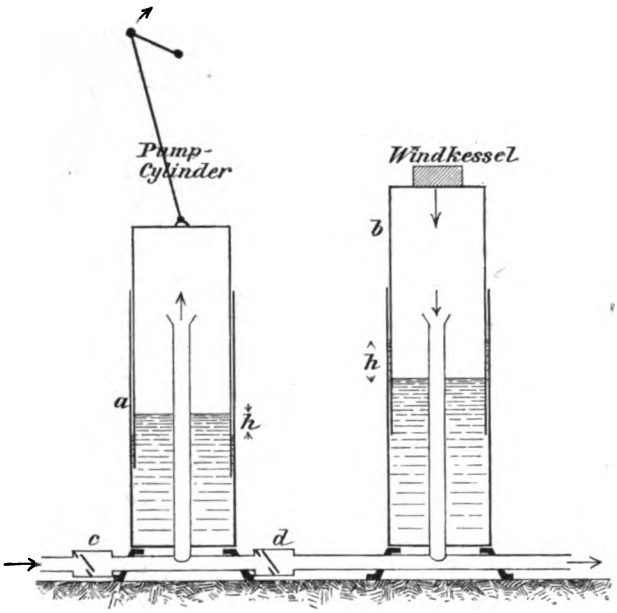
Der Wasserabschluß führt noch zu einer wenig gebräuchlichen Gebläsegruppe, bei denen Kästen irgend welcher Form aus der freien Luft in Wasser geführt werden, wo sie Gelegenheit erhalten, sich in die Leitung hinein zu entleeren. Diese Gruppe mag hier

*) S. Leupold, „Theatrum machinarum", 1726.

Digitized by Google

durch Wellners Zellenradgebläse (Abb. 28) vertreten sein. Auch für sie gilt das oben von der Umwandlungsfähigkeit gesagte, indem sie, von gepreßtem Gas getrieben, als Gasmesser oder, umgekehrt laufend, als Pumpen eingerichtet werden können.

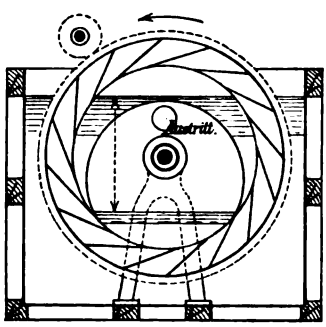
Allen diesen geschlossenen Gebläsen ist die Eigenschaft gemeinsam, die Luft bei Nichtbedarf — also bei Schluß des Windhahnes — zu komprimieren, was unter Umständen zu einer Sprengung der Leitung oder Störung der Dichtung führen kann. Man schaltet daher bei allen diesen Gebläsen zweckmäßig einen Hahn mit Seitenweg ein, welcher den Wind, wenn er abgestellt wird, anstatt in das Feuer, in das Freie leitet. Auch bringt man wohl ein Sicherheitsventil an, welches die Luft selbstthätig ableitet, wenn der Druck eine gegebene Grenze übersteigt.



27. Cylindergebläse mit Wasserdichtung.

Das Cylindergebläse hat, wie unter dem Kapitel „Hüttenwesen" (Band V) erläutert wurde, eine großartige Ausbildung da erfahren, wo ein erheblicher Bedarf an Menge und Pressung vorliegt. Aber auch die Schmiede reicht zuweilen nicht mit dem sonst bei größerem Bedarf üblichen Kapselgebläse aus und verwendet auch heute noch das Cylindergebläse, das häufig mit mächtigen Kesseln in Verbindung gebracht wird. In diesen sammelt sich die Preßluft, die also als richtige Windkessel zum aufspeichern für unregelmäßigen Bedarf dienen, und von denen aus die verschiedenen Feuer versorgt werden.

Schmiedefeuer und Gebläse werden häufig transportabel eingerichtet, was auch bei der in der Abb. 5 dargestellten uralten Schmiede vermutet wurde. Abb. 29[4]) stellt eine zum rollen eingerichtete und Abb. 30[4]) eine tragbare Schmiede dar, erstere mit cylindrischem Blasebalg, letztere mit einem Kapselgebläse versehen.



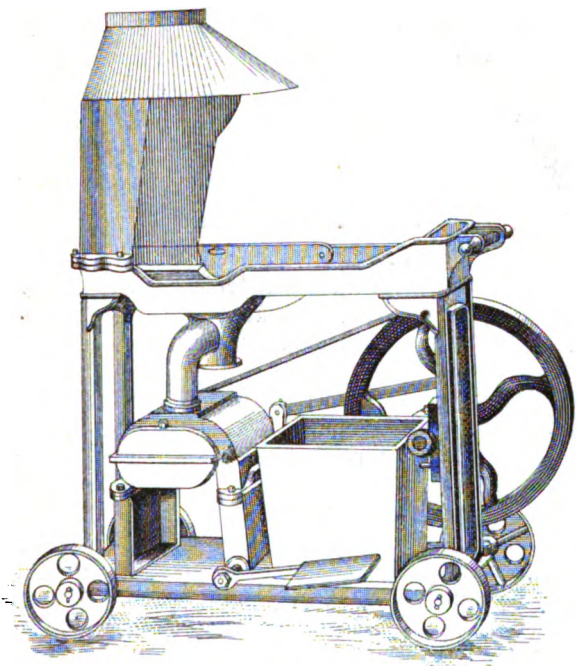
28. Zellenradgebläse.

In der neuesten Zeit ist zu dem beschriebenen und bis jetzt ausschließlich verwendeten Verfahren, Metallstücke zum glühen zu bringen, und abgesehen von der weiter unten in dem Kapitel „Kleineisenindustrie" noch zu behandelnden elektrischen Verfahren eine andere und recht eigentümliche Art der Wärmeerzeugung oder Verwendung getreten: Die Benutzung der Verbindungswärme fester Körper.

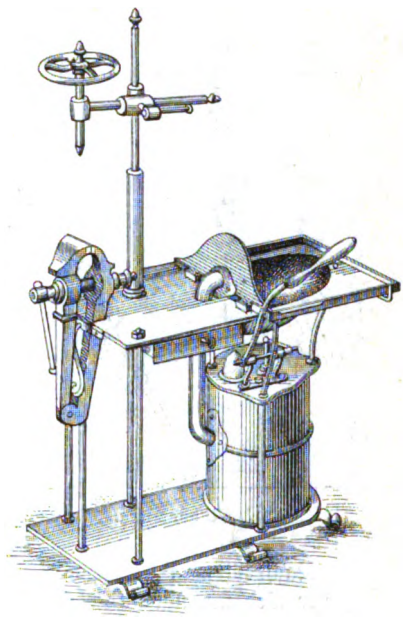
Überall, wo sich Körper miteinander vereinen, um eine chemische Verbindung zu bilden, entsteht Wärme: Die beiden Gase Sauerstoff und Wasserstoff geben Wasserdampf unter Bildung der Knallgasflamme; Schwefelsäure, in Wasser gegossen — Vereinigung zweier Flüssigkeiten — kann dies zur plötzlichen Verdampfung bringen, eventuell unter explosionsartigen Erscheinungen; Wasser, auf gebrannten Kalk gegossen, erhitzt denselben, und so geben auch, was weniger bekannt ist oder weniger in die Erscheinung tritt, feste Körper bei ihrer Vereinigung Wärme ab. Zu den inter-

Digitized by Google

essantesten elementaren Versuchen gehört der folgende: Man mischt Schwefelblume mit feinem Eisenpulver, füllt damit ein Glasröhrchen und erwärmt das letztere an einem Ende, ohne das Glas zum glühen zu bringen. Es entsteht ein glühendes Pünktchen, welches, auch wenn man das Röhrchen von der Flamme entfernt, sich vergrößert. Die Glut setzt sich, und zwar ohne an Intensität zuzunehmen, fort und durchzieht binnen kurzem die ganze Masse. — Dies ist längst bekannt. Aber erst in letzter Zeit hat man gelernt, diesen Vorgang technisch auszunutzen. Dazu dienen die jüngsten Kinder unserer metallurgischen Technik: Aluminium, Magnesium, Calciumkarbid, Körper, welche zu ihrer Abscheidung großer Energie bedürfen, die sie wieder in Form von Wärme umzusetzen geeignet sind, sobald man ihnen Gelegenheit gibt, in die früheren oder ähnliche Verbindungen zurückzukehren: Mit großer Lichtentwickelung verbrennen Magnesium und Aluminium zu Magnesia bezw. Thonerde, aus denen sie durch den elektrischen Strom



29. Fahrbare Schmiede.



30. Tragbare Schmiede.

gewonnen worden waren, und mit großer Wärmeentwickelung ist Aluminium imstande, den Sauerstoff auch anderen Verbindungen zu entziehen. Hierauf beruht ja die längst angewendete, im vorigen Abschnitte erläuterte Reduktionskraft dieser Metalle im Eisenhüttenwesen.

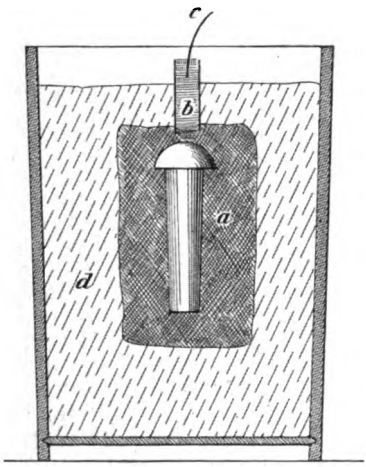
Mischt man Aluminium*) in Pulverform mit einem Sauerstoff abgebenden Körper, wie etwa Eisenoxyd, dem man, um die sich entwickelnde Temperatur zu mäßigen, indifferente Körper, wie Magnesia, Kalk u. s. w., zusetzen kann, so gibt dies eine dem Schießpulver ähnlich vorbereitete Substanz, welche nur der Erwärmung bedarf, um sich umzusetzen. Das Eisen gibt seinen Sauerstoff an das Aluminium ab und braucht zu dieser Zersetzung weit weniger Wärme, als das Aluminium zu seiner Oxydation entwickelt; es entsteht eine mehr oder weniger intensive Glut, welche, wie bei dem obengenannten Versuch, die ganze Masse durchsetzt. Packt man nun vor der Entzündung irgend einen Gegenstand, ein zu erwärmendes Stück Eisen, ein Niet (Abb. 31), oder auch zwei miteinander zu verlötende Metallstücke, die natürlich dazu vorbereitet sein müssen, in solche

*) Verfahren von Dr. Hans Goldschmidt, Essen.

Digitized by Google

Masse a ein, so ist die sich bildende Glut imstande, auch dieses Packstück zu erwärmen, eventuell weißglühend zu machen, oder die Lötung zu bewirken. — Die hierbei erforderliche Entzündung wird durch eine Art Patrone bewirkt; es handelt sich ja nach dem obigen nur um die Einleitung des Vorganges, um die Erwärmung nur an einer Stelle. Als solche Patrone oder Zündpille benutzt man eine Mischung von Aluminiumpulver mit Salpeter, Bariumsuperoxyd oder einer anderen leicht Sauerstoff abgebenden Substanz b, in welche man einen Streifen Magnesium c einlegt, der mit einem kurzen Ende herausteht. Die Reihenfolge: Magnesium, Aluminiummischung, wie wir die Hauptmischung nennen wollen, wirkt wie Phosphor, Schwefel und Holz; das Magnesium läßt sich mit einem Streichholz entzünden, versetzt das erste Pulver in eine sanfte Explosion und bringt die Hauptmasse an der betreffenden Stelle zum glühen. Die Glut setzt sich, immer in einer bestimmten Grenze sich haltend, durch die ganze Masse fort, teilt sich auch dem eingepackten Niet mit und erfüllt so den Zweck eines Wärmfeuers.

Um jede Ausstrahlung möglichst zu vermeiden, bettet man das Ganze in Sand (d) ein, wodurch es möglich ist, den Prozeß sich in einem Holzeimer abspielen zu lassen.



31. Glühpackung.

Durch richtige Wahl des Packungsmaterials kann man die Glut beliebig regeln und den Vorgang zum hartlöten wie zur Erzeugung von Schweißhitze verwenden.

Der Dampfhammer.

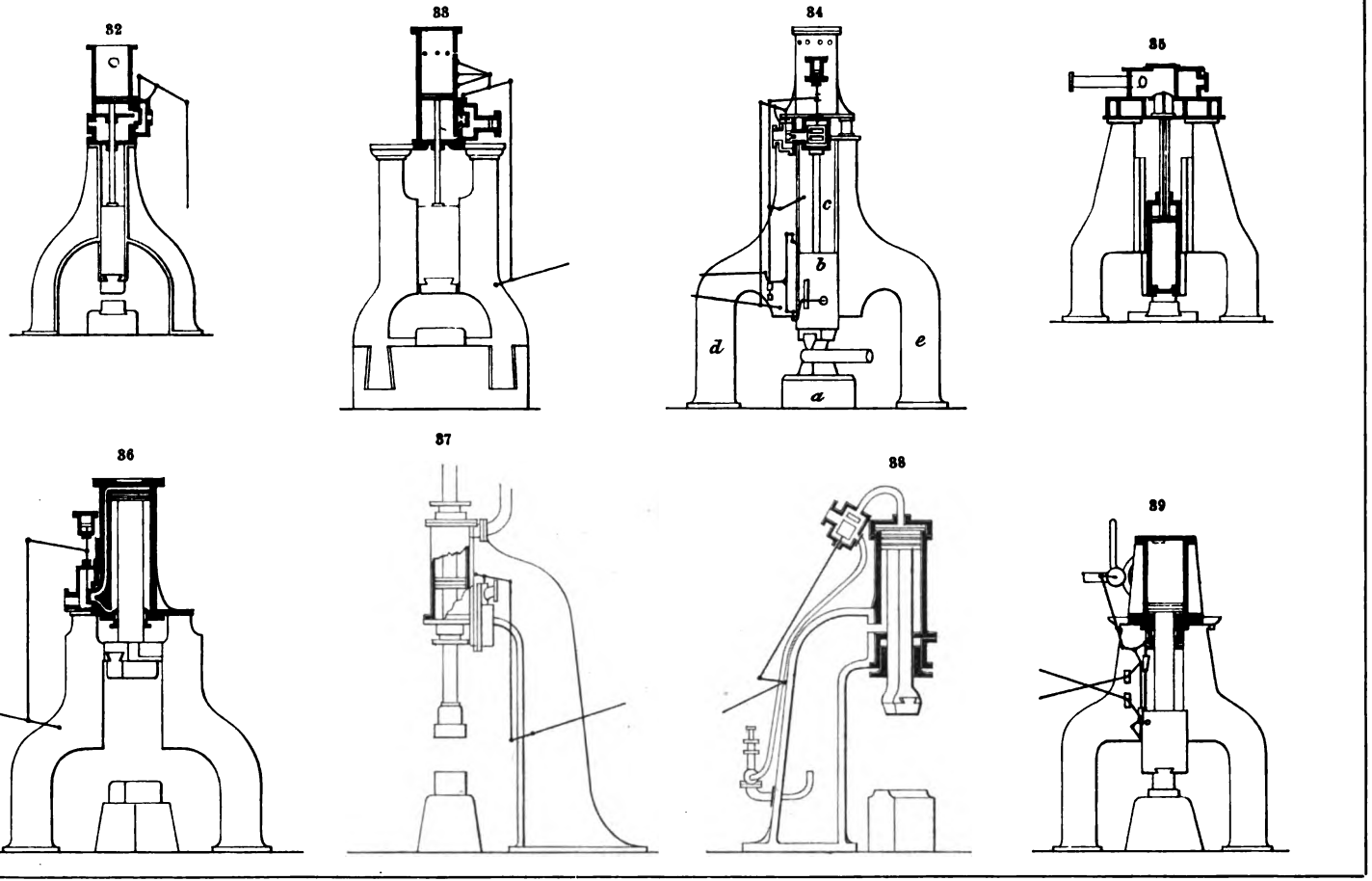
Die auf die eine oder die andere der geschilderten Arten „warm" gemachten Schmiedestücke gelangen nunmehr in die Schmiede, um durch die dort vorhandenen Vorrichtungen in die gewünschte Form gebracht zu werden.

Unter den verschiedenen modernen Schmiedevorrichtungen nimmt der uns aus der Eisenhütte bereits bekannte Dampfhammer die erste Stelle ein, in der Neuzeit freilich unterstützt, wenn nicht für schwerste Arbeiten schon verdrängt, durch seine wuchtige Schwester, die Schmiedepresse, die ihn, wie wir weiter unten sehen werden, sogar bis zu den feinsten Arbeiten begleitet oder zu ersetzen imstande ist.

Nachdem man die gewaltige Kraft des Dampfes kennen und benutzen gelernt hatte, lag der Gedanke nahe, dieselbe auch zum heben eines Hammerbären zu verwenden, und bereits im Jahre 1784 erhielt dieser Gedanke Gestaltung durch James Watt, welcher zu dieser Zeit ein Patent darauf nahm. Der typische Aufbau, ein vertikaler Dampfcylinder, dessen Kolben einen Bären trägt, der, durch den Dampf gehoben und darauf durch sein eigenes Gewicht herabfallend, den Schlag ausübt, wurde also schon damals festgelegt, kam jedoch noch nicht zur Ausführung. Es fehlte noch der Bedarf für so mächtige Schläge, und der alte Wasserhammer genügte noch. Ebenso ging es mit der Konstruktion des englischen Ingenieurs Deverel, welcher den aufsteigenden Kolben gegen einen Luftpuffer stoßen ließ, seinen Gedanken aber auch nicht verwirklichen konnte.

Erst in den dreißiger Jahren erzwang sich der Fortschritt des Maschinenbaues den Dampfhammer, welcher endlich vom Ingenieur Nasmyth in Patricoft bei Manchester konstruiert und im Jahre 1842 von Gebrüder Schneider in Creuzot erbaut wurde. Gleichzeitig ging man auch in Deutschland auf demselben Wege vor — vermutlich auf Grundlage der Nasmythschen Konstruktion — und führte einen schweren Hammer in Zwickau auf der Königin Marienhütte aus. Nachdem nun einmal der Bann gebrochen, trat der Dampfhammer seinen Siegeslauf durch die Welt an und erstand in den verschiedensten Gattungen. Die Abb. 32 bis 39 zeigen einige der verschiedenen Formen, welche sich dabei geltend gemacht haben.

Digitized by Google

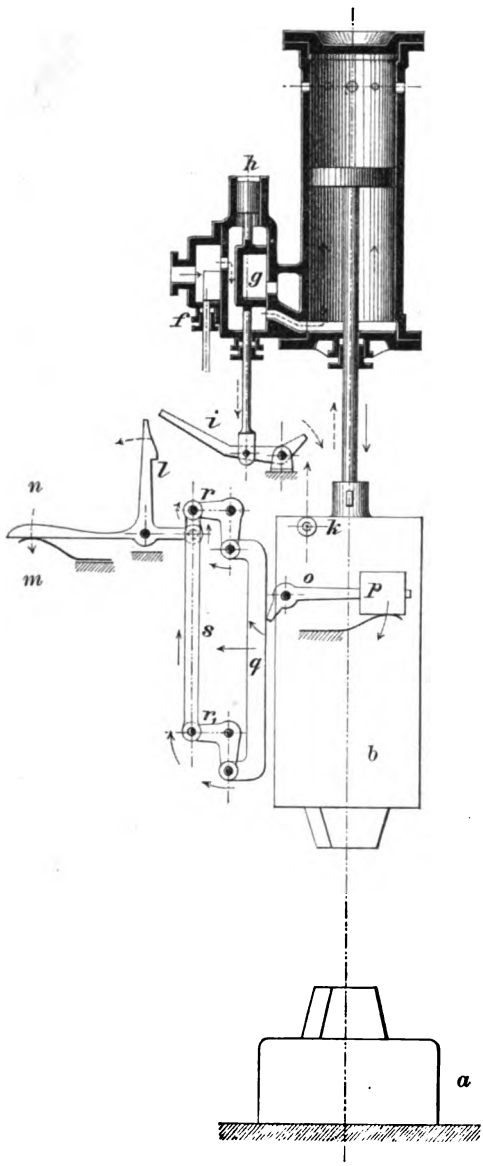


32—39. **Grundlegende Dampfhammersysteme.**

32. Nasmyth. 33. Cavé. 34. Nasmyth. 35. Condie. 36. Daelen. 37. Morrison. 38. Naylor. 39. Farcot.

Digitized by Google

Unter allen diesen Hämmern erregt der selbstthätig arbeitende Hammer des eigentlichen Schöpfers Nasmyth (Abb. 34 u. 40) das größte Interesse; er enthält so ungefähr alles, was später in vollkommenerer Weise zwar, aber immer in Anlehnung an die Grundgedanken auf diesem Gebiete geschaffen worden ist, und das Verständnis dieser Konstruktion kann am leichtesten zur Klarheit über die anderen führen. Wir erkennen in a der Abb. 34 u. 40 die Chabotte, auf welcher das Schmiedestück liegt, welches durch den mächtigen Bären b bearbeitet werden soll. Dieser ist durch eine verhältnismäßig dünne Kolbenstange c mit dem im Cylinder laufenden Kolben in Verbindung gebracht, welcher durch den von unten einströmenden Dampf gehoben werden und beim niederfallen durch das Gewicht wirken soll. Der Cylinder ruht auf den beiden, dem Dampfhammer eigentümlichen Ständern d und e, welche, unabhängig von der zwischen ihnen befindlichen Chabotte, für sich fundiert sind. Letztere ist ein gewaltiger gußeiserner Klotz, welcher oben die schwalbenschwanzförmig eingefügte und festgekeilte Amboßbahn enthält und, wie aus der Abbildung zu ersehen, möglichst elastisch gelagert ist.



40. Der Nasmyth-Hammer.

Um den Bären zu heben, ist also nur nötig, Dampf unter den Kolben zu lassen, was nach Öffnung des Anlaßschiebers f (Abb. 40) durch heben des Steuerschiebers bei g geschieht.

Wie aus der der Übersichtlichkeit wegen etwas abgeänderten Abb. 40 besonders ersichtlich ist, steht der Steuerschieber g in Verbindung mit einem Kolben h, welcher, nachdem der Dampf in den Schieberkasten gelassen worden, das stete Bestreben hat, die obere Stellung einzunehmen, also Dampf unter den Kolben zu lassen und damit den Bären zu heben. Um das anstoßen des Kolbens gegen den Deckel zu vermeiden und die Wirkung eines solchen Stoßes eventuell sogar für den Schlag nutzbar zu machen, hat Nasmyth den Cylinder mit einem Deckel und und etwas unter demselben mit Luftlöchern versehen. Die Luft kann also so lange ausströmen, bis der Kolben bei seinem Aufgang diese Löcher passiert hat, wird aber nunmehr zusammengepreßt und ist dann imstande, die gewünschten soeben genannten Wirkungen zu äußern und Kolben und Bär zurückzuwerfen. Um denselben gleichzeitig fallen zu lassen, ist es nur nötig, den Schieber g herunterzuzwingen, was durch den Hebel i von Hand erreicht werden kann. Dies aber soll auch selbstthätig geschehen. Der Bär ist aus diesem Grunde mit einer Knagge oder Rolle k versehen, mit welcher er kurz vor seiner obersten Stellung beim hinaufgehen gegen den Hebel i stößt, so den unter dem Kolben befindlichen Dampf zum ausströmen gelangen läßt und damit den Hammer zum fallen bringt. Aber kurz nach dem Beginn des fallens

Digitized by Google

verläßt die Knagge k den Hebel i, der Schieber wird durch den Dampf oder den Kolben h wieder in die obere Stellung und damit der Dampf unter dem Kolben zum ausströmen gebracht. Der Bär wird also, nur mit diesen Einrichtungen: Schieber mit Kolben und Knagge mit Hebel versehen, nur auf und nieder wippen — spielen, wie der Hammerschmied sagt — ohne jemals seine tiefste Lage erhalten zu können; er wird nie zur Ruhe gelangen.

Dieses wippen wird auf um so kürzerem Wege erfolgen, je kräftiger der Dampf gegenüber dem Gewicht des Bären zu wirken imstande ist; ein großer Kolben oder eine große Dampfspannung wird bei geringem Bärgewicht nur kurze und schnelle Bewegungen erzeugen, während eine geringere Dampfspannung bei großem Bärgewicht mächtige Schwingungen des Hammers im Gefolge haben wird. Derselbe wird sogar geeignet sein, langsame und leichte Schläge auszuführen.

Soll nun der Hammer mit seiner ganzen Wucht niederfallen, so muß der von unten wirkende Dampf abgesperrt oder in das Freie gelassen werden, was in einfachster Weise durch niederziehen des Schiebers, vermittelst des Hebels i, oder dadurch bewirkt wird, daß derselbe in seiner unteren Lage festgehalten wird. Dies besorgt die Klinke l, welche einerseits mit einer Feder m zum selbstthätigen einschnappen und anderseits mit einem Handgriff n versehen ist. Wird dieser Handgriff losgelassen, so schnappt die Klinke ein, sobald der Schieber zur Einströmung geöffnet ist; der Bär fällt frei herunter und vollführt seinen Schlag. Wird hingegen dieser Handhebel niedergedrückt, so schnappt die Klinke aus, der Dampf treibt den Schieber nach oben, erhält freien Zutritt unter den großen Kolben und hebt den Bären auf. Nun beginnt das Spiel von neuem: Der Bär stößt gegen die Knagge, gibt den Dampf frei, sauft hernieder — wenn der Hebel niedergedrückt ist — u. s. w. Durch rechtzeitiges niederdrücken des Hebels während des fallens kann der Schmied den Schlag auffangen, indem der Kolben dann vor dem auftreffen des Bären Dampf erhält; und so gelingt es, die Schläge so sanft zu gestalten, daß mit dem — bei Krupp bis zu 1000 Zentner — schweren Bären eine Nuß geknackt, ja ein Uhrglas berührt werden kann, ohne es zu zerbrechen.

Nasmyth war mit dieser Leistung noch nicht zufrieden, sondern verlangte von seinem Hammer auch die vollständig selbstthätige Ausführung beliebig vieler Schläge mit voller Kraft. Hierzu erdachte er folgende überaus sinnreiche Vorrichtung, welche auch für andere Zwecke, wie für Rammbären, Verwendung gefunden hat. Der Bär erhält einen Wipphebel, einen Winkelhebel o, welcher durch eine Feder nach oben gedrückt wird, die so stark ist, daß sie das Gewicht p leicht trägt. In dem Moment jedoch, wo der Bär auftrifft, wird das Gewicht durch sein Beharrungsvermögen niederschnellen, die Federkraft momentan überwindend. Dies wird nun zum steuern benutzt. Neben der Hammerbahn befindet sich eine Schiene — Schlagschiene, wie wir gleich sehen werden — q, welche von den beiden Enden der gleich großen und gleichstehenden Winkelhebel r u. r_1 so getragen wird, daß sie sich stets parallel sich selbst bewegt, gleichgültig, ob der wirksame Druck unten oder oben ausgeübt wird. Die Bewegung dieser Hebel wird durch die dieselben verbindende Stange s auf den Steuerhebel übertragen, und zwar in der Weise, daß eine Bewegung der Schlagschiene von rechts nach links, im vorliegenden Falle, ein ausklinken des Hebels i, und damit ein heben des Bären bewirkt. Diese Bewegung der Schlagschiene aber besorgt der andere Schenkel des Schlaghebels in dem Augenblicke, wo der Bär aufschlägt und der Hebel niederwippt, somit in allerbester Weise genau zur rechten Zeit.

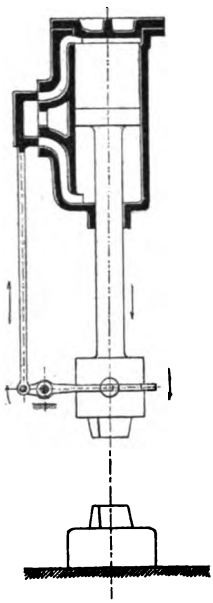
Der Hammer ist also trotz seiner ungefügen Macht imstande, ganz nach Belieben des mühelos waltenden Schmiedes leise oder auch mächtiger auf und ab zu spielen, je nachdem das Absperr- oder Steuerventil, welches vor dem Schieberkasten angebracht ist, mehr oder weniger geöffnet ist, bei gleichzeitigem niederhalten des Hebels n; er gibt beliebig leichte oder kräftigere Schläge, je nachdem der Steuerhebel früher oder später ausgeklinkt wird, und arbeitet endlich mit vollster Kraft, wenn der Schmied diesen Hebel ganz unberührt läßt. Letzteres ist in vielen Schmieden nur selten erforderlich. In diesem Falle bleibt die Schlagschiene und ebenso der Schlaghebel fort, und der Schmied hat jeden Schlag nach Bedarf anzupassen. Man findet daher heute diese Steuerung nur noch

Digitized by Google

selten, an alten Hämmern aber noch die verschiedenen Zapfen als Reste ihrer früheren Einrichtung, von welcher indessen die selbstthätig bewirkte Ausströmung geblieben ist. Dies muß zu genau abgepaßt werden können, und die Folgen des anprallens der großen Massen gegen den Kolbendeckel können zu fatal werden, um dies dem Führer, oft einem verhältnismäßig jungen Arbeiter, zu überlassen.

Der hier in seinem Prinzip geschilderte einfach wirkende Hammer ist nun heute vielfach verdrängt durch seinen jüngeren, kräftigeren Kameraden, den Hammer mit Oberdampf. Die beiden Brüder sind leicht zu unterscheiden: bei dem älteren das mächtige Gewicht und die nur zum Ziehen eingerichtete dünne Kolbenstange, und bei dem jüngeren der verhältnismäßig kleine Bär mit dem dicken Schaft, der bestimmt ist, die Wirkung auch des über den Kolben eingelassenen Dampfes auf den Bären zu übertragen.

Das Prinzip des Hammers mit Oberdampf läßt sich in folgender Weise herausbilden. Abb. 41 stellt einen Dampfcylinder dar, dessen Kolben mit einem Klotz versehen ist. Der Schieber besitzt keine Überdeckung, gibt also von seiner Mittelstellung aus, in welcher er die Kanäle gerade verdeckt, jedesmal Dampf, sobald der Kolben aus dieser Lage gebracht wird. Die Verbindung zwischen Schieber und Kolben ist derart, daß sich ersterer nach oben bewegt, wenn der Kolben heruntergeht, wie aus der Abbildung ersichtlich ist. Man denke sich nun Kolben und die anhängenden Teile ganz ohne Gewicht, also außer der Einwirkung der Schwerkraft und damit auch der lebendigen Kraft stehend und, bei gefülltem Schieberkasten, etwas aus seiner Mittellage nach unten hin geschoben. Der Schieber geht dann nach oben und gibt von unten Dampf, bringt also den Kolben sofort wieder zurück. Dasselbe würde er bei einer Verschiebung des Kolbens nach oben thun. Der Mechanismus kann also nicht in Gang gebracht werden; anstatt zu treiben, wirkt der Dampf auf Verhinderung jeder Bewegung.



41. Grundprinzip des doppeltwirkenden Hammers.

Wir begaben nunmehr den Kolben und seine Teile mit Masse, denken uns aber noch die Schwerkraft ausgeschlossen, etwa, indem wir den Apparat horizontal legen. Wird nunmehr, unter Dampfdruck, der Kolben aus seiner Mitte bewegt, so erhält er wieder Dampf von der entgegengesetzten Seite, bewegt sich demgemäß und geht, da er der lebendigen Kraft zu folgen hat, über die Mittellage hinaus, bis der nun wieder von der anderen Seite wirkende Dampf ihn zurückwirft. Das Spiel wird sich wiederholen, der Kolben geht hin und her, bis der Dampf abgestellt wird.

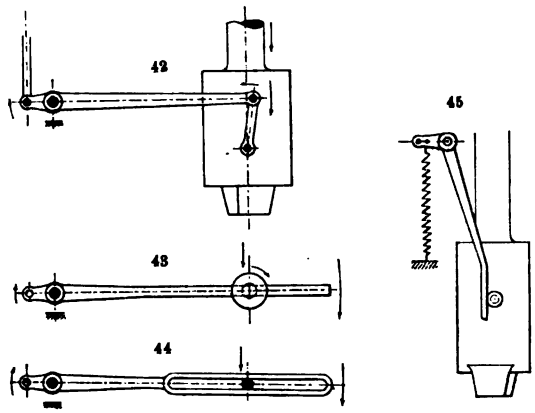
Stellen wir den Apparat nun senkrecht, so wird das jetzt zur Geltung gelangende Gewicht dahin wirken, daß der Kolben und mit ihm der Bär mehr nach unten als nach oben hin wippt und Bewegungen macht, die sehr gut zum schmieden zu gebrauchen sind. Das überwiegen der Bewegung nach unten hin wird durch die Verschiedenheit der Kolbenflächen verstärkt. Die obere Kolbenfläche ist um den Querschnitt der Kolbenstange größer, als die untere und wirkt in dem genannten Sinne. Kürzt man endlich die Schieberstange etwas, so erhält der Kolben von oben her auch noch mehr Dampf, von unten her weniger und gibt so die volle Schlagwirkung.*)

Die Steuerung eines Dampfhammers unterscheidet sich also von der der Dampfmaschine dadurch, daß: 1) der Schieber nur wenig Überdeckung besitzt und zwar unten mehr wie oben, er gibt also oben mehr Dampf; 2) daß der Kolben und der Schieber stets gleichzeitig auf Mitte ihrer Bewegung stehen, abgesehen von der geringeren oberen Überdeckung; 3) daß die Kolbenstange besonders stark gehalten wird, was nicht nur zum Gewicht der bewegten Massen und zur Verstärkung ihrer selbst, sondern auch zur relativen Verstärkung des Oberdampfes beiträgt.

*) Vergl. hiermit die Beschreibung des Preßlufthammers, Kapitel „Kleineisenindustrie".

Digitized by Google

Diesem Prinzip folgen alle selbststeuernden Dampfhämmer. Ihr Unterschied besteht lediglich in der Konstruktion der Steuerungsorgane und etwaigen nutzenbringenden Zusätzen. Zunächst ist es die Art der Verbindung des Schiebers mit der Kolbenstange, welche zu sofort dem Auge auffallenden Unterschieden führt. Der Schieber macht einen nur kleinen Weg, während der Kolben einen verhältnismäßig großen Hub hat. Zwischen beiden muß sich also ein ungleicharmiger Hebel befinden, welcher diese Verschiedenheiten in Einklang bringt. Ferner bewegen sich Kolben und Schieber geradlinig auf und ab, wenn nicht ein Drehschieber angewendet worden ist, während die Hebelenden Kreise beschreiben; dieser Ausgleich ist bei der geringen Bewegung des Schiebers ohne großen Belang, bei der Kolbenseite schwieriger. Man wendet da verschiedene Verbindungsarten an. In Abb. 42 sehen wir ein einfaches Gelenkstück, welches die Verschiedenheiten der Bewegungen ausgleicht. Bei der Anordnung Abb. 43 schiebt sich der Hebel in einer am Bären drehbar befestigten Nuß, während er in Abb. 44 zu einer Coulisse umgewandelt worden ist, welche diese Nuß umschließt. Hier ist also überall der sogenannte Zwangsschluß angewendet; die genannten Organe sind „zwangsläufig" miteinander verbunden. In der Abb. 45 gleitet der Hebel, durch eine Feder angepreßt, an der Rolle des Bären entlang. Bei dieser Anordnung kann der Hebel besonders leicht eine gewisse Form erhalten, um die Schieberstellung von der des Bären unabhängiger zu machen. Biegt man ihn z. B. so, daß er, wie gezeichnet, in den tieferen Stellungen des Bären vertikal anliegt, so bleibt der Schieber in seiner Lage, unabhängig von der Dicke des Schmiedestückes.



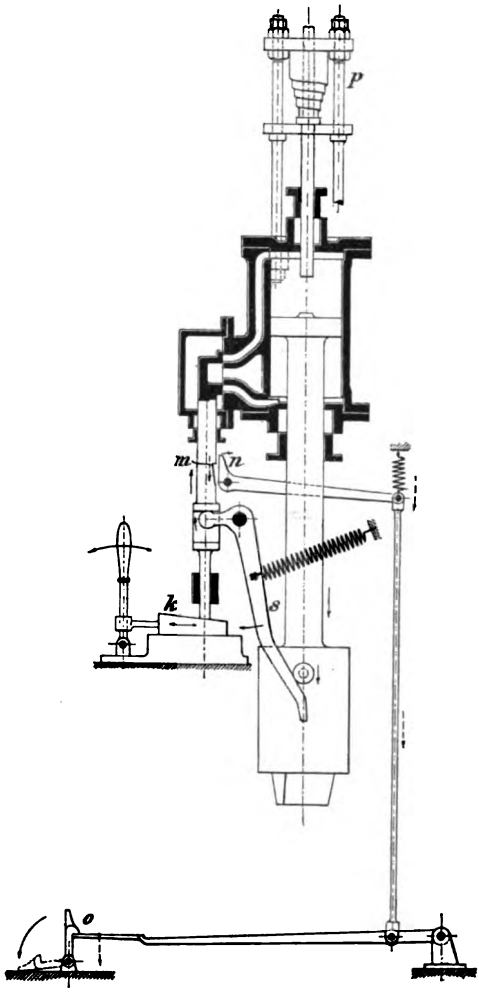
42—45. Verbindung des Steuerhebels mit dem Bären.

Diese Anordnung ist u. a. auch an dem Henckelsschen Hammer (Abb 46) getroffen, der sich noch durch eine besondere Reihe von Eigentümlichkeiten auszeichnet und so unter den Hämmern mit Oberdampf etwa die Stellung einnimmt, die wir dem Nasmyth-Hammer unter den Hämmern ohne Oberdampf angewiesen haben. Zunächst hat dieser Hammer eine sehr starke Schieberstange, welche wie ein Dampfkolben wirkt und infolgedessen den Schieber veranlassen will, immer in seiner unteren Lage zu verharren, ganz ähnlich, wie wir es auch beim Nasmyth-Hammer (nach oben hin) fanden. Er wird also durch den Schlepphebel beim Niedergang des Bären nach oben gezwungen, im übrigen nach unten gepreßt; im ersteren Fall treibt ihn der Dampf nach oben, im letzteren nach unten: der Bär tanzt. Sorgt man durch einen Keil (Abb. 46 k) dafür, daß der Schieber nur wenig nach unten kommt, also nur wenig Dampf von oben erhält, so spielt er auf und ab, ohne das Schmiedestück zu berühren. Zieht man den Keil etwas zurück, so wird der Dampf von oben her wirksamer, der Schlag kräftiger, bis, wenn der Keil ganz zurückgezogen ist, der volle Dampf zur Wirkung gelangt. Dieser Regulierkeil erteilt dem Hammer ein besonders feines Anpassungsvermögen.

Die Abhängigmachung des Schiebers vom Dampfdruck bringt aber noch eine andere Sonderheit mit sich. Hat der Hammer längere Zeit gestanden, so setzt sich der Schieber oder seine Stange leicht fest; auch beim anwärmen gehorcht er nicht sofort, während der Kolben vermöge seiner größeren Fläche schneller gangbar wird. Er geht also, beim anwärmen, in die Höhe, während der Schieber dem Dampfdruck noch nicht gehorcht, daher noch nicht nach unten geht und also auch nicht von oben Dampf gibt. Da liegt die Gefahr vor, daß der Kolben gegen den Deckel fährt, ohne rechtzeitig Oberdampf zu erhalten, und ihn zerbricht. Diesem Umstand entsprechend hat der Cylinder eine Pufferfeder (Abb. 46 p) erhalten, welche, wie das Luftkissen beim Nasmyth-Hammer, den Stoß abfängt.

Digitized by Google

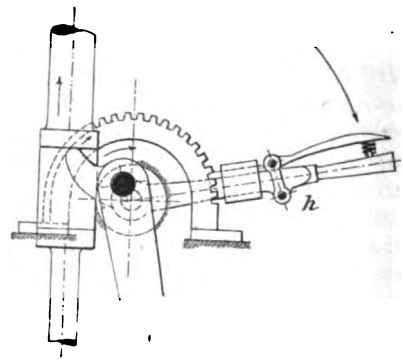
Um den Hammer zu befähigen, nach Bedarf dicke und dünne Schmiedestücke zu bearbeiten, ist, abgesehen von der oben besprochenen Form des Schlepphebels, die Achse des letzteren beweglich gemacht; sie ist exzentrisch gelagert. Durch drehen des Steuerhebels h (Abb. 47) wird diese Achse und damit der Schieber gehoben und so der Unter- oder der Oberdampf verstärkt und dem Zwecke angepaßt. Zugleich ist hierdurch ein Mittel gegeben, den Schieber zu bewegen, ohne ihn erst durch die Bewegungen des Bären dazu zu veranlassen, was beim anwärmen oft von großer Annehmlichkeit ist.



46. Henckelsscher Hammer.

Endlich kann man den Hammer auch zum schlagen, d. h. zum abgeben einzelner, abgemessener Schläge einstellen. Die Schieberstange erhält Abb. 46 m einen Kerb, in welchen sich eine Klinke n einsetzt, die vermöge Federdruck einschnappt, für den gewöhnlichen Gebrauch indessen durch den Haken o zurückgehalten wird. Sobald jedoch die Klinke, nach dem Ablegen des Hakens o, eingesetzt hat, was nur in der oberen Lage des Schiebers stattfinden kann, hält sie den Schieber in dieser Lage, der dann dem Kolben von unten her Dampf gibt und ihn ebenfalls oben schwebend erhält.

Rückt man die Klinke durch niedertreten des Hebels aus, so fährt der Schieber nach unten, gibt dem Kolben von oben Dampf; dieser fährt herunter, vollführt den gewünschten Schlag, reißt dabei aber den Schieber — vermöge des



47. Heben des Schiebers.

Schlepphebels — wieder herunter, der ihm Unterdampf gibt und sofort wieder nach oben jagt. Inzwischen hat sich die Klinke aber wieder eingesetzt und hält den Schieber und damit den Kolben oben. Der Bär gibt bei dieser Einrichtung also nur einen kräftigen Schlag, vorausgesetzt, daß man den Tritthebel sofort wieder losgelassen hat, so daß die Klinke einschnappen konnte. Hält man dagegen den Tritthebel nieder, so gibt der Hammer so lange einzelne und je nach der Stellung des Regulierkeiles mehr oder weniger starke Schläge, bis der Tritthebel freigelassen worden ist.

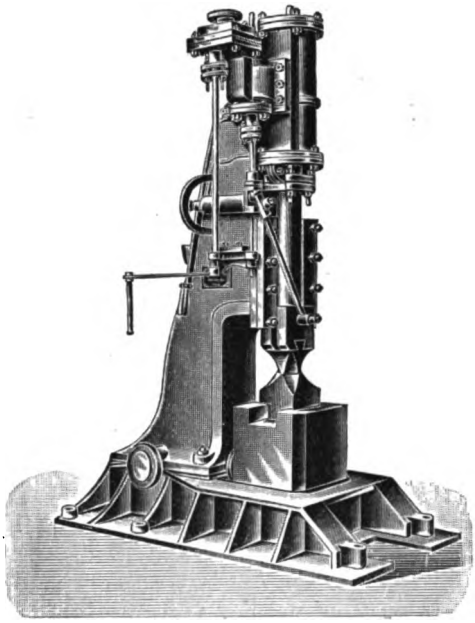
Der dargestellte Henckelssche Hammer besitzt also ein außerordentliches Anpassungsvermögen und führt aus diesem Grunde den Namen Universalhammer.

Digitized by Google

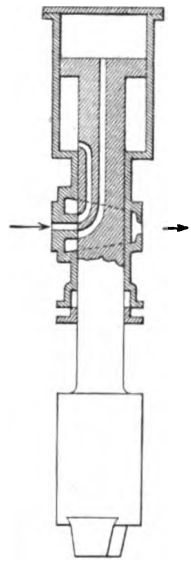
Ein sehr beliebter Hammer ist der Banningsche Hammer (Abb. 48), welcher jedoch nur nach dem in Abb. 41 dargestellten Prinzip arbeitet und die Schieberbewegung nach Abb. 43 eingerichtet besitzt.

Ganz ohne bewegliche Zwischenteile arbeitet der Hammer von Brinkmann (Witten), welcher mit einer Kanalsteuerung versehen ist, wie in Abb. 49 skizzenmäßig angegeben. Da der Kolben bei jeder Abweichung von der Mittelstellung aus Dampf erhält, so spielen sich hier genau dieselben Vorgänge ab, wie bei dem durch Abb. 41 dargestellten System. — Ganz ähnlich arbeitet der in dem Kapitel „Kleineisenindustrie" beschriebene Preßluft-hammer.

Eine besondere Richtung wurde dem Dampfhammer durch Daelen gegeben, welcher zuerst das Prinzip der getrennten Expansion für Dampfhämmer einführte. Daelen benutzte die Verschiedenheit der unteren und oberen Kolbenflächen (Abb. 36) zur Expansion. Der frische Dampf wird unten eingeleitet und dient zunächst zum heben; alsdann strömt



48. Banningscher Hammer.



49. Brinkmannscher Hammer.

er in den oberen Raum und wirkt nun mit der Differenz der beiden Kolbenflächen und im Verein mit dem Gewicht des Bären und der schweren Kolbenmassen auf Schlag. Es findet also für jede Doppelbewegung des Bären immer nur eine einmalige Dampf-zuführung statt, und dabei eine ziemlich ausgenutzte Expansion, womit eine nicht un-beträchtliche Dampfersparnis verbunden ist.

Dem Dampfhammer zur Seite steht der Gashammer, der durch Gasexplosionen, nach Art der Gaskraftmaschinen bethätigt wird, indessen noch keine größere Verbreitung erlangt hat.

Da, wo man keinen Dampf oder kein Gas zum direkten Betrieb zur Verfügung hat oder zur Verwendung nehmen will, verwendet man die Transmissionshämmer. Dieselben werden mit wenigen Ausnahmen nur für kleinere Schmiedearbeiten, zum mindesten nur sehr selten für große Schmiedestücke verwendet und daher weiter unten, in dem Kapitel Kleineisenindustrie, besprochen.

Auch die Elektrizität ist zum treiben eines Hammerbären verwendet worden. 1882 stellte Despretz in München einen Hammer aus, der durch die Wirkung elektrischer Spiralen gehoben wurde, deren Zahl nach Belieben geändert werden konnte.

Digitized by Google

Die Schmiedepresse, Warmpresse und Schmiedemaschine.

Die Wirkung des Schlages läßt sich häufig auch durch Druck erzielen, manchmal sogar wesentlich bessern oder zweckmäßiger gestalten.

In beiden Fällen wird Arbeit geleistet, die sich bekanntlich durch das Produkt aus Kraft und Weg bestimmen läßt. Fällt ein Hammerbär von einem Gewicht G kg H m herunter, so ist die von ihm abzugebende Arbeit G H kgm. Und wird dabei das Schmiedestück um s m zusammen gepreßt, so muß ein Druck ausgeübt werden, der, mit s multipliziert, jene Arbeit H G wiedergibt, abgesehen von der Arbeit, die sich dabei in Wärme umsetzt und für die Formveränderung, Strahlung u. s. w. verloren geht. Der auf diese Weise ausgeübte mittlere Druck berechnet sich also mit für unsere Zwecke genügender Annäherung auf $\frac{G\,H}{s}$ kg. Dieser selbe Druck kann aber ohne Anwendung des Schlages durch Pressung hervorgebracht werden, wobei der unter Umständen sehr große Vorteil entsteht, daß dem Material Zeit gegeben wird, nachzugeben. Dieselbe auf Formveränderung gerichtete Arbeit kann also bei verhältnismäßig großen Stücken vorteilhafter auf dem Wege des Druckes als durch den Schlag vollbracht werden, nämlich immer da, wo das Material Zeit gebraucht, um nachgeben zu können. Dies ist vorwiegend bei großen Stücken der Fall.

Schlägt man mit einem kleinen Hammer auf einen eingespannten Stift, so gelingt es leicht, einen Kopf anzuhämmern, ohne den Stift zu stauchen; ein schwerer Hammer aber staucht denselben, ohne einen Kopf zu bilden. Bei den leichten Schlägen des Niethammers ist nicht genügend Zeit für das eindringen der Arbeit vorhanden, und dies macht sich nur oben geltend; der schwere ruhigere Schlag dringt tief in das Material ein.

Die immer gewaltiger werdenden Stahlblöcke unserer modernen Industrie forderten immer wuchtigere Schläge und steigerten das Gewicht der Hammerbären bis zu 1000 Ztr., wie es der „Fritz" bei Krupp besitzt. Und doch drangen die Schläge nicht tief genug ein und machten sich zu sehr in den äußeren Schichten geltend. Da begann man, die Hydraulik heranzuziehen, und lernte den ruhigen aber gewaltigen Druck benutzen, der tief bis in den innersten Kern des Schmiedestückes einzudringen imstande ist.

So entstand die Schmiedepresse*), die von Haswell zuerst gegebene Verwendung der altbekannten hydraulischen Presse für Schmiedezwecke, denen sich, wie wir sehen werden, neuerdings das scheren, lochen und nieten im Maschinenbau oder Hüttenwesen angeschlossen hat.

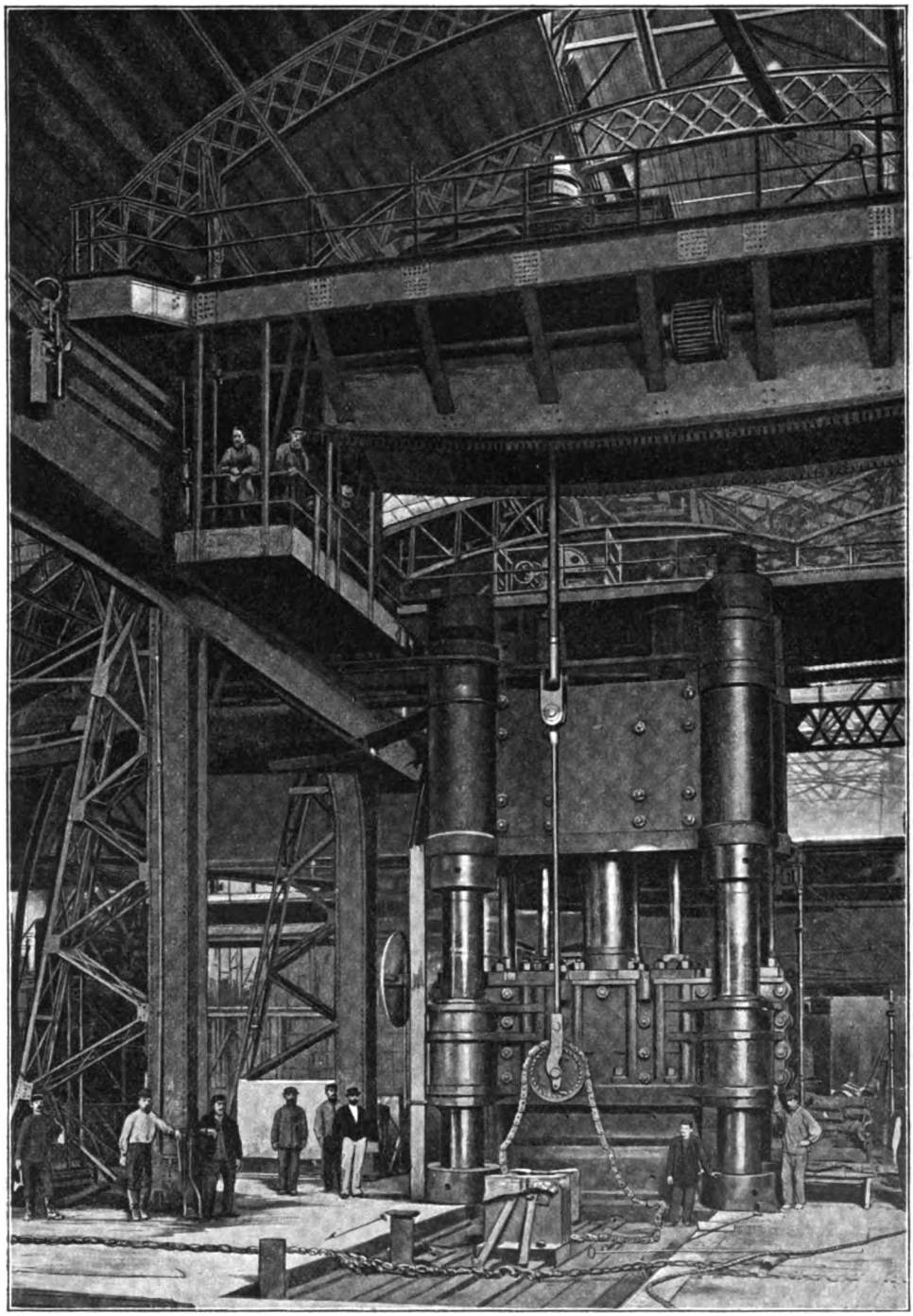
Bei der Schmiedepresse wird das Schmiedestück zwischen zwei meist senkrecht übereinander befindliche Backen genommen, von denen die untere den Amboß, die obere den Hammer ersetzt, und welche (Abb. 51 bis 53[7]) durch gewaltige Zugstangen a a miteinander verbunden sind. Die untere Bahn b ist unbeweglich und hat in unserer Abbildung eine vertiefte Gestalt, wie es etwa für runde Schmiedestücke erforderlich erscheint. Die obere Backe c, in der Regel auch Hammer genannt, bewegt sich an den säulenartigen Zugstangen entlang auf und nieder. Früher geschah dies in der Weise, daß das heben durch Gegengewichte oder auch durch Wasserdruck erfolgte, in welchem letzteren Falle, da dazu nur wenig Druck erforderlich ist, wie bei dem Dampfhammer mit Oberdampf der ringförmige untere Teil der Kolbenfläche benutzt, also wesentlich weniger Wasser verwendet wurde. Neuerdings hebt man die Hämmer mit Hilfe kleiner einseitig wirkender Dampfcylinder d d, wie es bei den modernen mit Dampf betriebenen Pressen sich von selbst ergibt. Die eigentliche Arbeitsbewegung des Hammers erfolgt durch den Druck des punktiert gezeichneten Cylinders (Abb. 51), der sein Wasser durch das Rohr g von oben her erhält.

Die hier erfolgte Pressung liegt zwischen 50—1000 Atmosphären, wobei diejenige von 100 Atmosphären etwa als eine die Anordnung betreffende Grenze angesehen wird;

*) Vergl. „Stahl u. Eisen" 1892, Nr. 4, sowie: R. M. Daelen, „Einiges über Schmiedepressen". Düsseldorf, März 1898.

[7]) Kalker Werkzeugmaschinenfabrik, Breuer, Schumacher & Co.

Digitized by Google

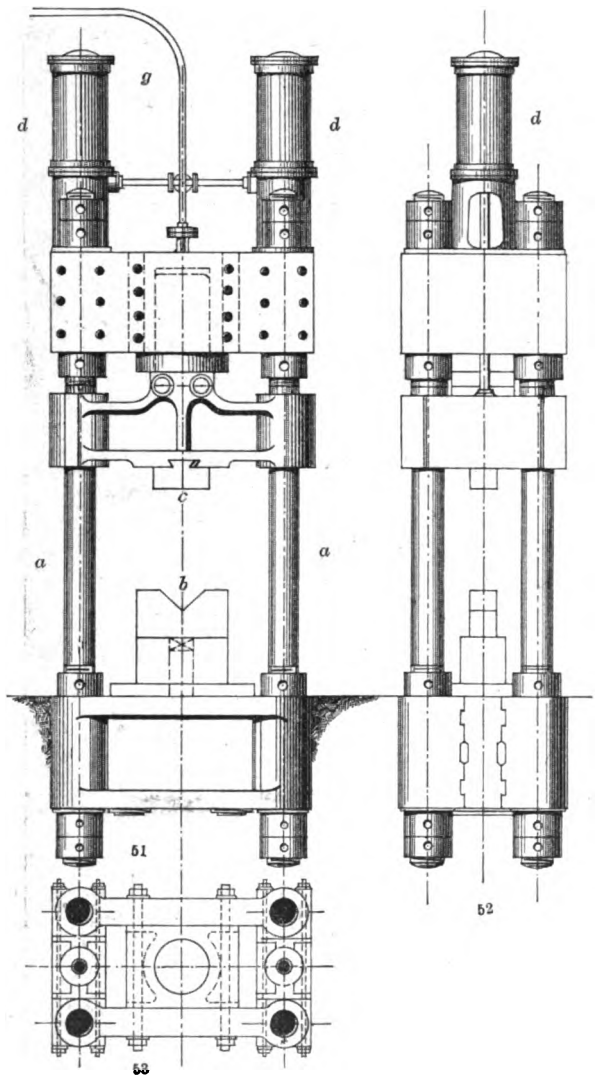


50. **Dampfhydraulische Presse für 10 000 000 kg Druck,**
ausgeführt von Breuer, Schumacher & Co. in Kalk.

Digitized by Google

unter dieser Grenze kann man die übliche Hanfpackung verwenden, während die größeren Pressungen Lederstulpdichtung erfordern. Ferner tritt der Stahl an die Stelle des Eisens. Auch die Steuerungsorgane müssen bei hohen Pressungen anders konstruiert werden, ein Umstand, welcher besondere Berücksichtigung erheischt.

Bei den großen Wassermengen, welche die vielfachen heutigen hydraulischen Betriebe erfordern, hat die gewöhnliche etwa von einer Transmission aus getriebene Pumpe längst nicht mehr genügt und mußte durch besondere Maschinenpumpen ersetzt werden. Eine solche ist in der Abb. 54[8]) dargestellt. A ist der Dampfcylinder und B, C u. D sind die verschiedenen Kolbenstangen, welche zum Teil nach dem Differentialsystem ausgeführt sind. Das Ende desselben, bei n, wirkt wie eine gewöhnliche Pumpe und befördert das Wasser zum anderen Ende, von wo aus es durch den ringförmigen Teil des dortigen Kolbens weiter getrieben wird.



51 bis 53. Darlens Schmiedepresse.
51. Vorderansicht. 52. Seitenansicht. 53. Grundriß.

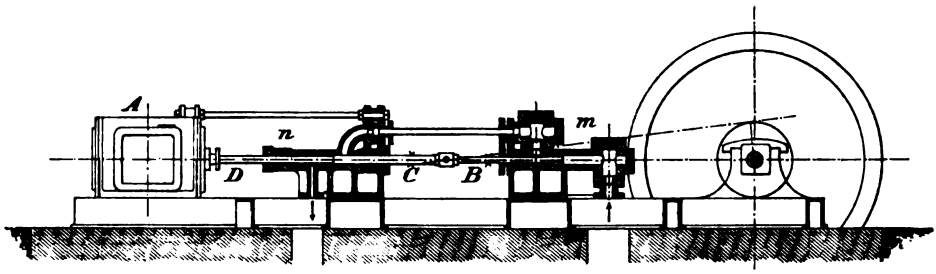
Würde man eine solche Pumpe nun direkt mit der Presse verbinden, so müßte ihr Gang genau der Arbeit der letzteren angepaßt werden; sie müßte abgestellt werden, solange die Presse nicht zu arbeiten hat, und jedesmal mit richtiger Geschwindigkeit angestellt werden, wenn geschmiedet werden soll. Dies ist nicht angängig; man schaltet daher den 1843 von Armstrong erfundenen Sammler, Akkumulator, ein, welcher das gepreßte Wasser aufnimmt, solange die Presse dasselbe nicht gebraucht, und es auch abgeben kann, ohne daß die Pumpe zu arbeiten nötig hat. Ein solcher Akkumulator besteht wieder aus einem kräftigen Cylinder (Abb. 55), dessen Kolben ziemlich lang ausgeführt und deswegen oft mit Führungen versehen und zudem sehr schwer belastet ist, so daß der erforderliche Druck vorhanden bleibt. Diese Belastung wirkt also, wie der Windkessel an einer Pumpe: sie hebt sich, nimmt, so zu sagen, den Überschuß auf, wenn zuviel gepumpt wird, und senkt sich, wenn mehr gefordert wird, als die Pumpe liefert.

Einen solchen wirklichen Windkessel haben Prött & Seelhoff (Abb. 56 bis 58[7]) eingerichtet und dadurch den kostspieligen Gewichtsakkumulator in recht zweckmäßiger Weise ersetzt. Abb. 56 stellt in a den vertikalen Cylinder dar, in welchen die Pumpe das

[8]) „Stahl und Eisen", 1892.

Digitized by Google

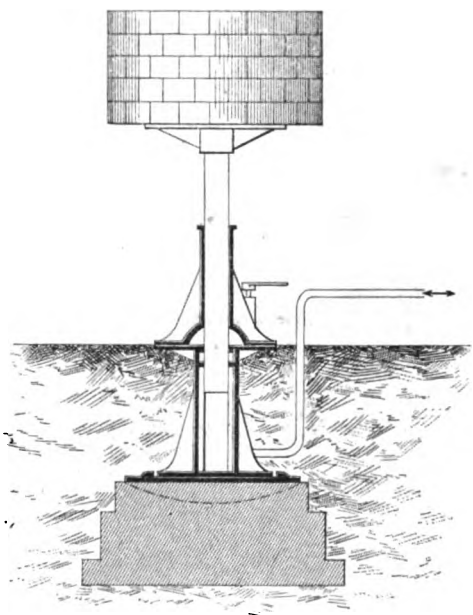
Wasser preßt; b ist der bezügliche Kolben, welcher sich oben zu einem offenen Cylinder c erweitert, der sich vermittelst einer Stopfbuchse d dicht in dem Boden des eigentlichen Windkessels e bewegt, wobei die Dichtung durch Wasser unterstützt wird. In dem Cylinder e befindet sich Preßluft von beispielsweise 50 Atmosphären Spannung. Beträgt der Querschnitt der oberen Stopfbuchse, bei c, z. B. 10 mal so viel, wie der der unteren, bei b, so muß das Wasser in dem Pumpencylinder a 500 Atmosphären Pressung haben,



54. Dampfpumpe für die hydraulische Schmiedepresse.

um den Kolben tragen zu können. Wie nun früher, beim Gewichtsakkumulator, die Belastung, so geht jetzt der Kolben in die Höhe, wenn die Pumpe mehr Wasser liefert, oder er wird im entgegengesetzten Fall herabgepreßt. Beim steigen wird nun die Luft im Cylinder e noch mehr zusammengepreßt und in dem Verhältnis der darin vorhandenen Luft zur Volumverminderung an Spannung zunehmen. Je größer also das abgeschlossene Luftquantum ist, desto weniger wird sich unter sonst gleichen Umständen die Spannung derselben ändern.

Man bringt nun, um diese Änderung möglichst gering zu machen, den Raum e, der bereits durch den Hohlraum des Kolbens c eine Vergrößerung erfahren hat, mit noch anderen Räumen, den Cylindern f, f (s. auch Abb. 58) in Verbindung — in Bochum sind deren 6 Stück angewendet worden — und erhält so eine nahezu gleichmäßige Spannung. Um den Hohlraum in c wasserfrei zu halten, ist ein Blechgefäß eingesetzt worden, dessen oben offener Hals über die dort befindliche Wasserfläche hinausragt, so daß der Luftinhalt desselben mitspielt. In der tiefsten Stellung setzt sich der Kolben auf hölzerne, durch starke Eisenbänder zusammengehaltene Ringe, welche den Luftdruck zu tragen haben.

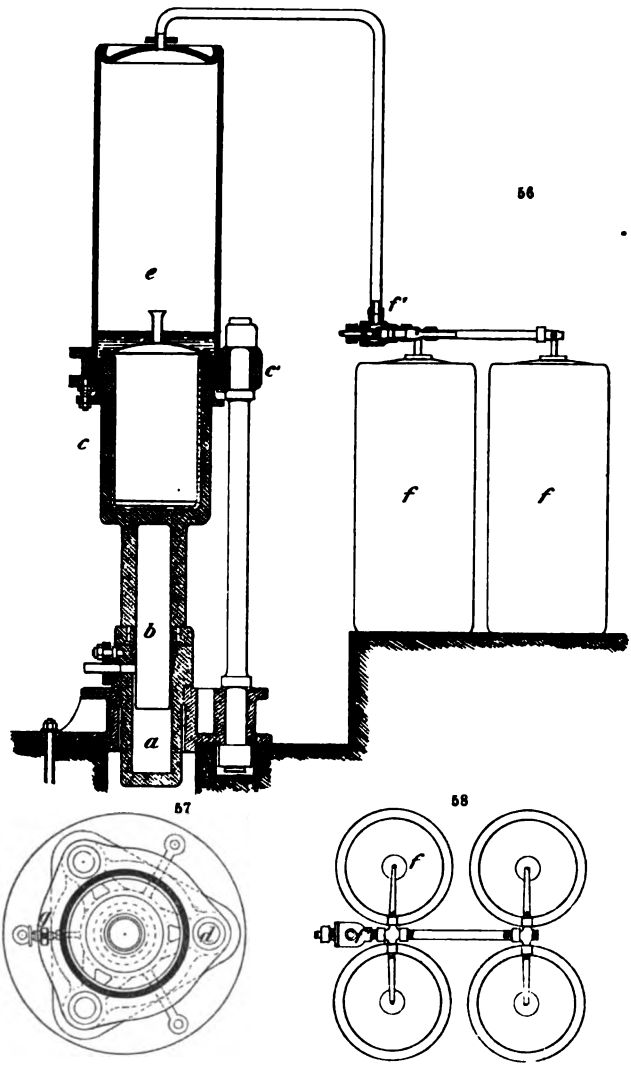


55. Gewichtsakkumulator.

Eine weitere und sehr wesentliche Vereinfachung hat R. M. Daelen in Düsseldorf, der Sohn des berühmten Erfinders des oben besprochenen Universalwalzwerkes und des Expansions-Dampfhammers, durch Einführung des direkten Dampfdruckes geschaffen, wodurch Pumpe und Akkumulator gleichzeitig überflüssig werden. Abb. 59 zeigt eine hydraulische Schmiedepresse, wie wir sie soeben bereits kennen gelernt haben, in Verbindung mit einem danebenstehenden vertikalen Cylinder a, in welchem der Kolben durch Dampf in die Höhe getrieben wird, während er durch sein eigenes Gewicht wieder herniedersinkt, dabei in zweckmäßiger Weise den gebrauchten Dampf in den oberen im übrigen mit der freien Luft in Verbindung stehenden Raum treibend, welcher auf diese Weise stets warm gehalten wird. Die Kolbenstange

Digitized by Google

ist gleichzeitig Pumpenstange für den vertikalen Cylinder b, der mit Wasser gefüllt ist und mit dem hydraulischen Cylinder der nebenstehenden Presse in Verbindung steht. Oben befindet sich ein Kopf mit Ventil und Wasser, welches etwaigen Verlust zu decken und für wiederholte Stöße das Wasser zu liefern bestimmt ist. Durch den Aufgang des Dampfkolbens wird das in b befindliche Wasser in den Preßcylinder der Schmiedepresse gedrückt, wodurch dieselbe bethätigt wird. — Diese Einrichtung hat neben der ganz wesentlich größeren Einfachheit des Aufbaues und der Handhabung noch den Vorteil der größeren Schnelligkeit für sich und erfreut sich aus diesem Grunde in den letzten Jahren einer sehr schnellen Verbreitung.

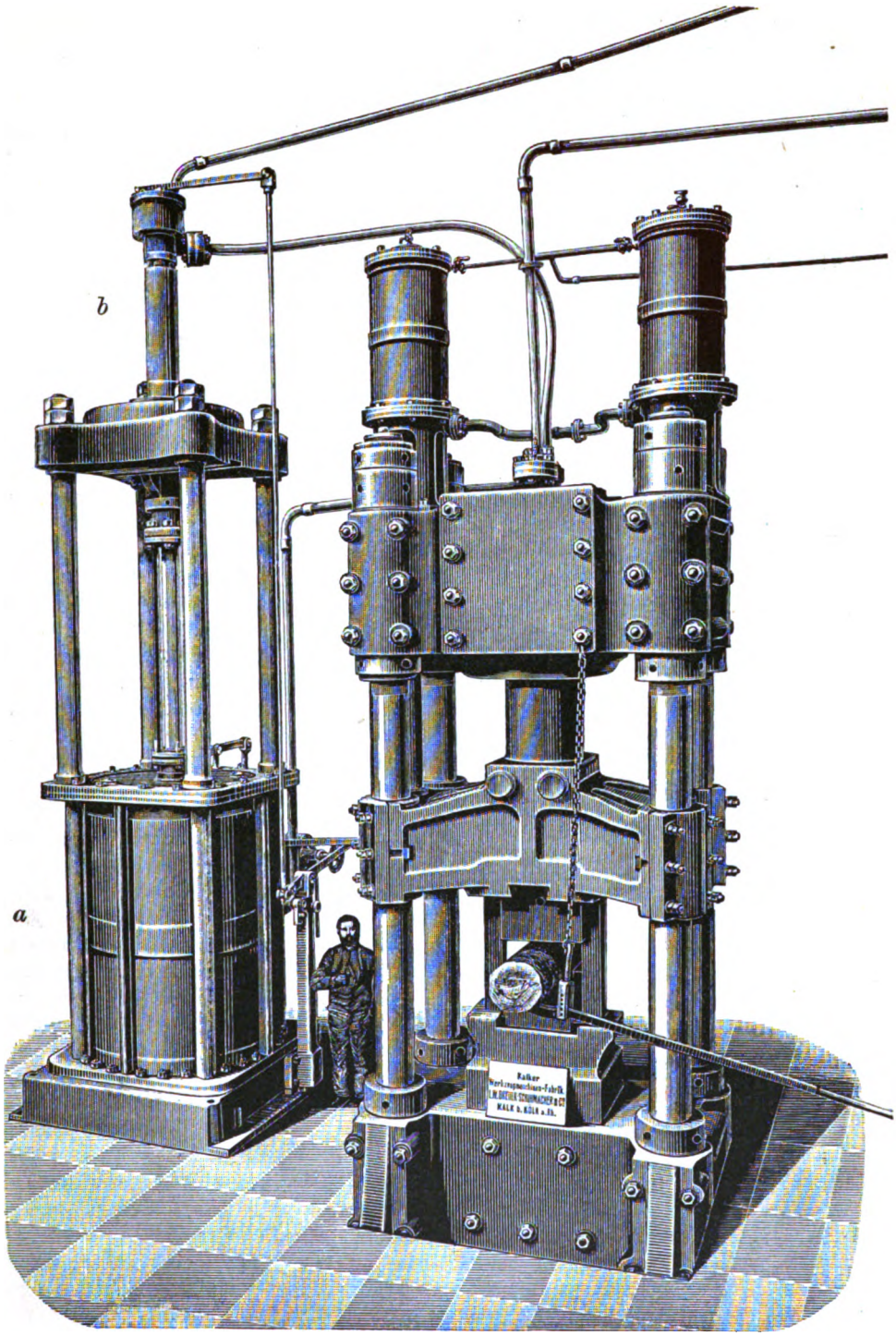


56—58. Luftdruckakkumulator von Prött & Freihoff.
56. Ansicht. 57. Schnitt. 58. Windkessel.

Die Schmiedepresse hat nun, gleichsam zum Dampfhammer zurückführend, auch dessen Form wieder angenommen. Abb. 60[8]) zeigt uns eine solche „Dampf-Schnellschmiedepresse mit Wasserdruckübertragung" der Firma Breuer, Schumacher & Co. in Kalk, welche in gedrängtester Form alles in sich vereinigt, was wir sonst getrennt fanden: a ist der hier doppelt wirkende Dampfcylinder, dessen Kolbenstangen nach unten und oben wie Pumpenstangen wirken. Das von den beiden Pumpen b, b gelieferte dem Behälter d entnommene Wasser geht durch das Rohr c von oben in den eigentlichen Arbeitscylinder e und preßt den Hammer nieder, der nach geleisteter Arbeit von dem nebenliegenden Dampfcylinder mittels der Arme g gehoben wird u. s. w.

Der schlaglosen Schmiedepresse schließen sich der Wirkungsart nach die Schmiedemaschine, der Bauart nach die Warmpresse an. Auch die Schmiedemaschine arbeitet mit Hammerbahnen oder rohen einfachen Gesenken und übt durch nacheinanderfolgende und mehrseitige Bearbeitung die Wirkung des schmiedens aus, besitzt aber den Kurbelmechanismus bezw. den Exzenter und wir auch nur in wesentlich kleineren Verhältnissen angewendet; wir werden sie daher in der Kleineisenindustrie wiederfinden. Dagegen besitzt die Warmpresse die Einrichtung der Schmiedepresse und unterscheidet sich nur durch die Verwendung. An die Stelle der Hammerbahnen tritt das Gesenk und an die des schmiedens die einseitige Preßwirkung.

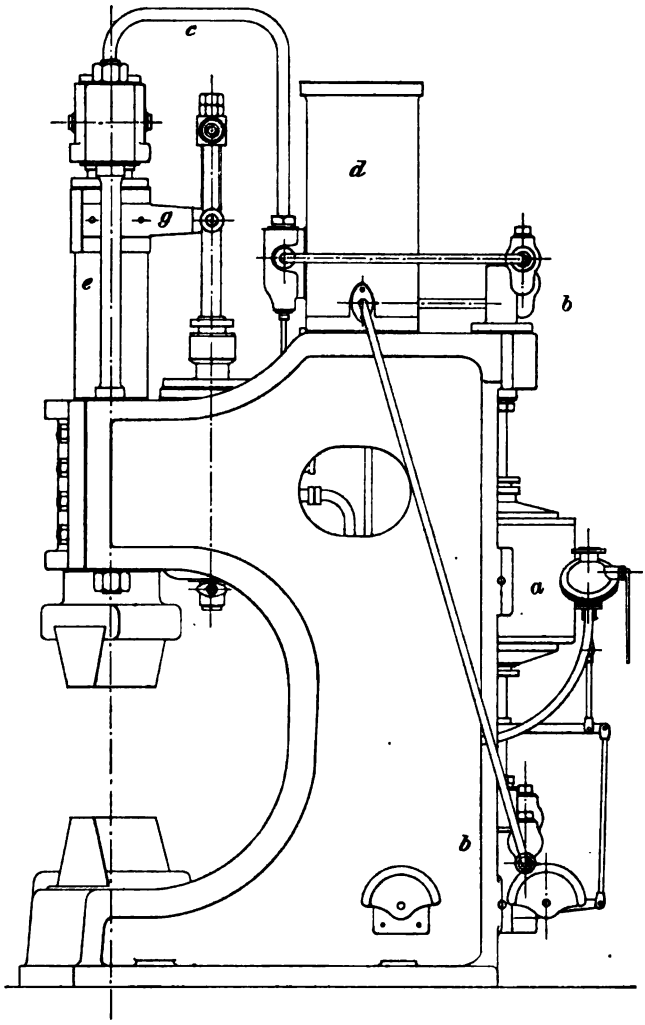
Digitized by Google



59. Daelens Druckübersetzer.

Digitized by Google

Die Warmpresse ist schon ziemlich alt, wenn auch ihre Verwendung bis vor kurzem noch selten war. Der Lokomotivbau benutzt sie schon längst zur Herstellung der Dampfkolben und Kreuzköpfe, Maschinenteile, bei denen möglichste Leichtigkeit mit größter Festigkeit verbunden sein muß. Abb. 61 zeigt die beiden an die Stelle der Hammerbahnen einzusetzenden Gesenke, zwischen welchen das etwas vorgeformte gut warme Rohstück in seine endgültige Form gebracht wird. Abb. 62[9]) stellt eine wesentlich kompliziertere Gesenkvorrichtung dar, wie sie ein weniger einfaches Preßstück, ein Kreuzkopf, erheischt. — a ist der Preßcylinder mit dem Preßkolben b, und c das in letzterem befindliche Obergesenk, der inneren Form des schwarz gezeichneten Kreuzkopfes entsprechend. Das Untergesenk besteht aus dem geteilten oberen Stück d, welches durch die Stange e, e zusammengehalten wird und auf der Unterlage f verdübelt ist. Das Grundstück g enthält die herausziehbaren Einlagen h und die Platte i, deren Dicke durch die Höhe der für die Aufnahme der Kolbenstange dienenden Nabe, und deren Form durch die genannten Einlagen h bestimmt wird. Für das entweichen der Luft sind Kanäle vorbereitet, welche oberhalb der Führungsleisten des Gleitschlittens am Obergesenk entlang laufen. Die Stücke k, k bestimmen die Tiefe des einpressens. — Die zum pressen erforderliche Kraft wird bei dieser Vorrichtung auf hydraulischem Wege erzeugt; und nichts hindert, hier alle die Mittel anzuwenden, welche wir bei Besprechung der Schmiedepresse kennen gelernt haben, so auch den Daelenschen Übertrager. Auch kann der Druck durch Schrauben oder Exzenter hervorgebracht werden und endlich durch den Schlag entstehen. Ein solches Werkzeug haben wir bereits im Henckelschen Dampfhammer kennen gelernt. Der Schlag kann endlich auch durch Fallwerke erzeugt werden, was zu den Stampf- oder Schlagwerken führt. Alle diese Einrichtungen werden wir in der Kleineisenindustrie näher kennen lernen.



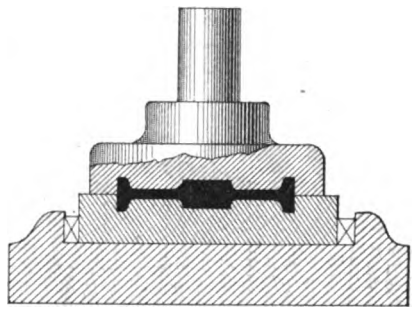
60. Schmiedepresse in Dampfhammerform.

[9]) Nach Ledebur, „Lehrbuch der mechanisch-metallurgischen Technologie".

Digitized by Google

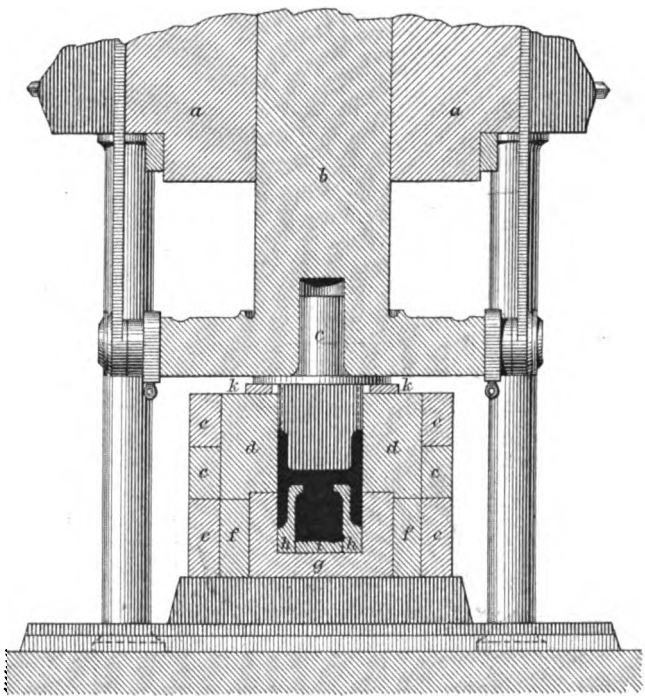
Die Technik des Schmiedens.

Die Technik des schmiedens besteht nun in der richtigen Anwendung der Hammerbahnen und ist in der großen Schmiede eine ziemlich rohe. Immerhin gehört ein sehr geschärfter praktischer Blick und ein besonderes Geschick dazu, die oft mächtigen Stücke zweckmäßig zu hantieren. Besondere Schwierigkeiten stellen sich da ein, wo eine Schweißung vorgenommen werden soll. Hier muß das Schmiedestück auch im Feuer mit besonderer Vorsicht gehandhabt werden, wozu die Anforderung tritt, die beiden betreffenden Stücke auch schnell in der richtigen Weise zu vereinigen. Im übrigen steht die Schnelligkeit in der großen Schmiede gegenüber der in der Kleinschmiederei sehr zurück.



61. Schmiedepresse mit Gesenk für Lokomotivkolben.

Als Beispiel diene zunächst die Herstellung einer doppelt gekröpften Kurbelachse. Solche Stücke mußten vor Einführung des Bessemerprozesses aus Schmiedeeisen hergestellt und zusammengeschweißt werden. Sie bestanden demzufolge aus drei Stücken, der geraden Achse und den beiden winkelrecht zu einander aufzusetzenden Kurbelstücken, welche in hoher Weißglut — Schweißhitze — aufgesetzt und durch kräftige Hammerschläge aufgetrieben wurden. Wir werden ähnliche Arbeiten bei der Amboßschmiede näher kennen lernen und gehen hier darüber hinweg. — Die Herstellung der Ausschnitte geschah durch ausbohren, wie in der Abb. 63 angegeben ist. Das also sehr roh vorgearbeitete Stück gelangte dann auf die Drehbank.



62. Schmiedepresse mit Gesenk und Einlage.

Seit Einführung des Flußeisens fällt das zusammenschweißen fort, und das Ganze wird aus einem Block geschmiedet. Dieser Block — die Bramme — erhält Dimensionen, welche das zukünftige Maß reichlich in sich tragen — wie in der Abb. 63, 64 u. 65[3]) angegeben ist — und ein Gewicht, welches 80–100 % mehr beträgt, als das fertige Schmiedestück erhalten soll; soviel muß man auf Verlust durch ausschneiden und verzundern zurechnen. Abb. 66 zeigt, in kleinerem Verhältnis, die gegossene Bramme, welche mit einem Zapfen zum anbringen der Zange versehen ist.

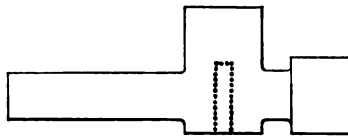
Die Handhabung erfolgt unter Benutzung eines Kranes, an welchem das Schmiedestück so aufgehängt wird, daß der Schwerpunkt unter der Kette liegt. Der Schmied hat

Digitized by Google

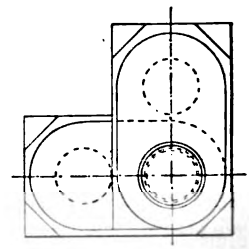
also mit dem Gewicht nichts zu thun, sondern lediglich Drehungen auszuführen, während die Arbeiter am Kran auf Geheiß die vertikalen und horizontalen Bewegungen vermitteln.

Die erste Arbeit bezweckt die Herstellung eines flachen Stückes, dessen Querschnitt[3]) der Höhe der Kurbeln entspricht, wie Abb. 67 u. 68 angeben. Die Bramme wird in den Flammofen gebracht und dort so eingemauert, daß der Zapfen außen bleibt.

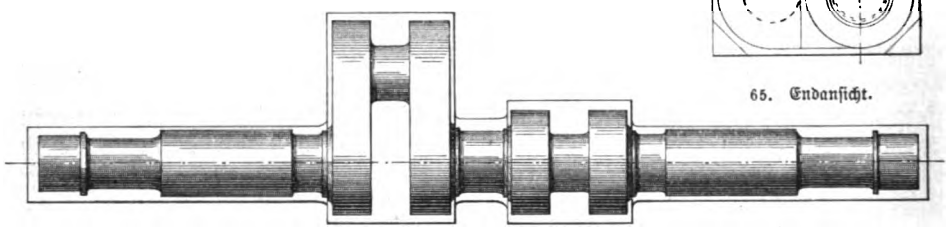
Die weiteren Operationen beziehen sich auf das absetzen der Kurbeln und einsetzen des Zwischenraumes a (Abb. 68), wobei beide Kurbeln noch in der Ebene liegen. Um



63. Alte Bearbeitungsweise.



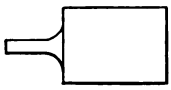
65. Endansicht.



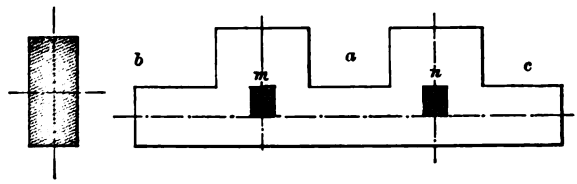
64. Seitenansicht.

64 u. 65. Doppelt gekröpfte Kurbelachse.

dies genau herzustellen, wird das Stück mit einer Blechschablone verglichen, welche der herzustellenden Form entspricht. Nunmehr erfolgt die Herstellung der Ausschnitte a, b und c, welche mit Hilfe des Schrotbeiles abgetrennt werden. — Solch Schrotbeil ist wohl das ungefügste Schneideinstrument, das es gibt. Es ist (Abb. 69) ein messerförmiges Stahlstück von so groben Verhältnissen, daß man sich Mühe geben muß, die



66. Gegossene Bramme für eine Kurbelpresse.



67 u. 68. Erste Form nach dem schmieden.

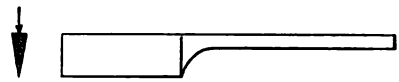
Schneide als solche zu erkennen. Der Schmied setzt es genau auf und läßt den Hammer treiben. Auf ähnliche Weise erfolgt die Abtrennung durch Schnitte, welche parallel der Achse des Schmiedestückes geführt werden. — Man sieht, daß hier von einer Formgebung durch schmieden nur wenig die Rede sein kann. — Das Resultat ist also ein Stück in der Form der Abb. 68.

Nunmehr werden die eigentlichen Kurbeln vorbereitet, deren Formvollendung auf kaltem Wege geschieht. Die Schmiede liefert nur zwei Löcher m, n, welche zunächst mit Hilfe der Schablone vorgezeichnet und dann dadurch hergestellt werden, daß ein genau zugepaßter viereckiger, stählerner Block mit Hilfe des Dampfhammers durchgetrieben wird.

Während nun die Kurbeln bei dem eigentlichen schmieden einer Kurbelachse der hier vorliegenden Art, wie Abb. 63 zeigt, selbst gleich in der richtigen, winkelrecht stehen-

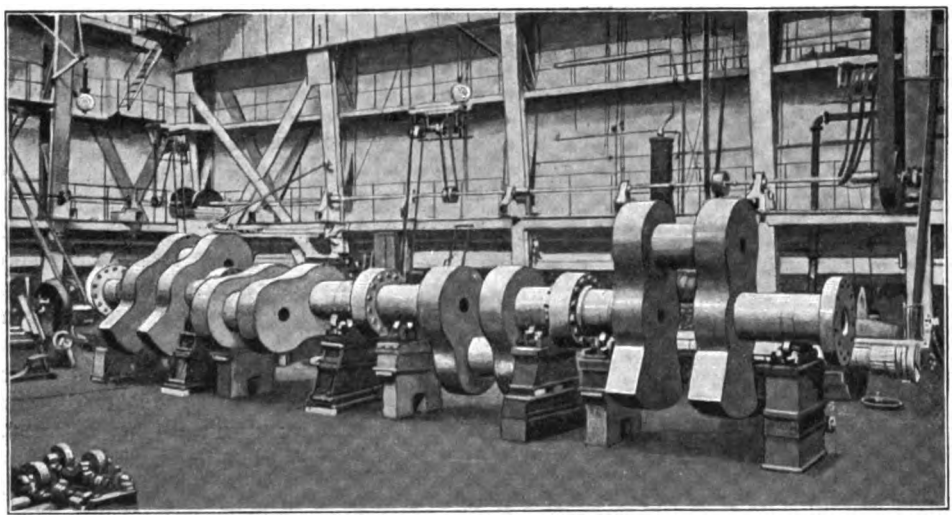
Digitized by Google

den Lage entstehen, liegen dieselben bei der modernen Methode zunächst noch in einer Ebene und müssen dementsprechend gedreht werden. Das Arbeitsstück gelangt aus diesem Grunde noch einmal in den Ofen, um dort in der Mitte gut warm gemacht zu werden, und wird dann mit der einen Kurbel auf den Amboß gelegt und durch aufsetzen des Hammers festgehalten; darauf wird ein kräftiger Hebel bei der zweiten Kurbel angebracht und diese durch Menschenkraft — bei größeren Stücken natürlich unter mechanischer Beihilfe — um 90° gedreht. Dann folgt das richten und beschmieden, um die Rundungen möglichst herzustellen, und darauf ein nochmaliges gutes durchglühen, womit die Arbeit in der Schmiede beendet ist.



69. Schrotbeil.

Abb. 70 stellt eine große, vierfach gekröpfte Schiffsschraubenwelle dar, welche aus vier einfachen Kurbeln zusammengesetzt ist, von denen jede ähnlich hergestellt worden ist, wie soeben beschrieben. Dieselben sind an den Enden mit Flanschen versehen, mit Hilfe



70. Vierfach gekröpfte Schiffsschraubenwelle.

welcher sie verschraubt sind. Die diesbezüglichen drei Verbindungsstellen sind in der Abbildung, je zwischen zwei Kurbeln — die hintere nur zum kleinen Teil — zu erkennen.

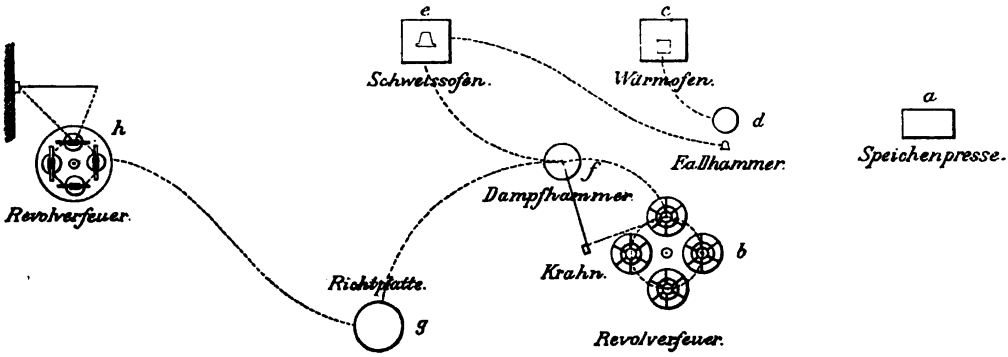
Die soeben beschriebene Schmiedearbeit gehört zu den verhältnismäßig einfachen Arbeiten, bei denen mehr die Schweißung und das Gewicht Schwierigkeiten darbieten. Die eigentliche Schmiedearbeit, das recken und umformen, tritt weniger hervor. Ein anderer Teil des Schiffes, der Steven, enthält dagegen wesentlich mehr eigentliche Schmiedearbeit. Ein solcher ist in dem Kapitel „Eisengießerei", Abb. 219: Ein Hintersteven eines Schiffes, dargestellt, allerdings in einer weniger einfachen Form, als man dem geschmiedeten Steven geben würde. Hier liegt eine hervorragende Reck- und Formarbeit vor, mit Hilfe welcher die beiden Teile, Kielstück und Stevenstück, jedes für sich, hergestellt werden, worauf die Vereinigung durch schweißen erfolgt. — Erst vor kurzem hat man gelernt, die Steven aus Stahlguß herzustellen, wobei man naturgemäß freier in der Gestaltung vorgehen kann. So ergibt die Abb. 219 am Knieſtück hohle Formen, der ganze Körper ist gerippt und enthält oben blattförmige Ansätze, welche man bei Schmiedestücken gern vermeiden würde.

Eine ebenfalls recht komplizierte Schmiedearbeit liegt in der Herstellung der Eisenbahnräder. Dieselben werden bekanntlich auf verschiedene Weise und vor allem aus

Digitized by Google

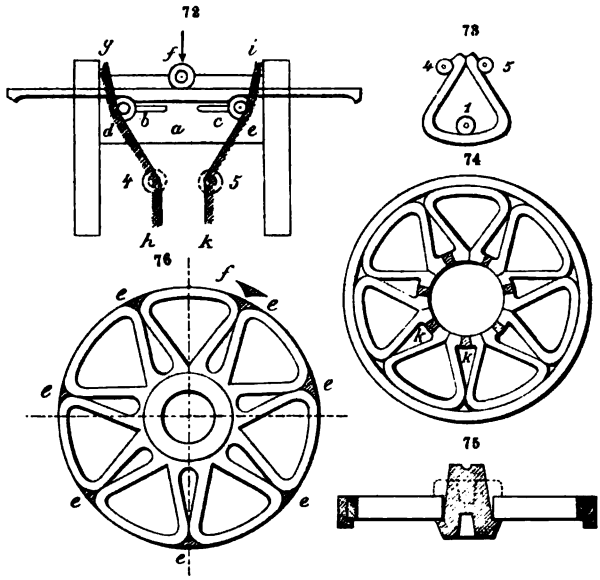
verschiedenem Material — Stahlguß, Gußeisen (Hartguß), Schmiedeeisen, neuerdings auch aus gepreßtem Papier — hergestellt. Wir wollen hier der Anfertigung der schmiedeeisernen Räder näher treten, welche wohl noch am meisten verbreitet sind.

Abb. 71 gibt zunächst die Anordnung der verschiedenen Einrichtungen einer zur Herstellung von Eisenbahnrädern bestimmten Werkstatt und zwar die der Société de



71. Einrichtung einer Schmiede zur Herstellung von Eisenbahnwagenrädern.

Baume & Marpent in Haine-Saint Pierre, Belgien[10]). Wir finden in derselben einen Schweiß- e und einen Wärmofen c sowie zwei Revolverfeuer b und h. Die letzteren bestehen aus einer drehbaren Scheibe, auf welchen sich je vier Schmiedefeuer mit Unterwind befinden, so daß jedes derselben nach Bedarf in dem Bereich des betreffenden Kranes untergebracht werden kann. Wir finden ferner eine Richtplatte g und eine Presse a zum Biegen der Speichen. Die punktierten Linien geben die Wege der Arbeitsstücke an.



72—76. Herstellung eines Eisenbahnwagenrads.
72. Presse zum biegen der Speichenstücke. 73. Fertige Speiche. 74. Fertig zum schweißen. 75. Einsetzen der Nabe. 76. Ausfüllung der Lücken.

Als vorbereitetes Rohmaterial gelangen zwei Luppen und sieben Speichenstücke, letztere in der Abb. 72 angegeben, in die Werkstatt. Die Luppen wandern in den Schweißofen und die Speichenstücke einzeln in die Presse. Diese besteht aus einem auf einem schweren eisernen Tisch mit einer darauf in Schlitten verschiebbaren Platte a, welche mit zwei Schlitzen b und c versehen ist, die den Rollen d und e als Führung dienen. Dieselben haben zu Anfang die Stellung d, e, während die dritte Rolle f durch eine Preßvorrichtung senkrecht gegen die Richtung dieser Führungen bewegt werden kann. — Die Speiche wird gegen die beiden Rollen d und e gelegt und durch die dritte Rolle gewaltsam gegen

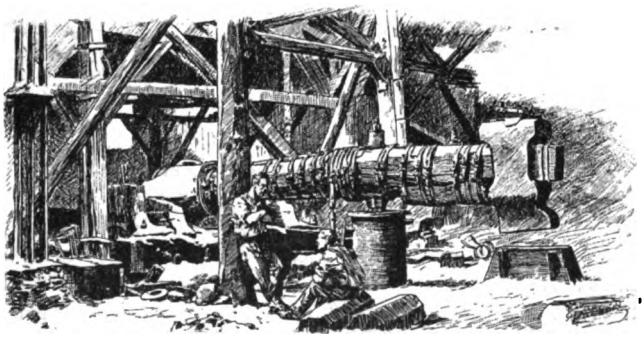
[10]) „Stahl und Eisen", 1894.

Digitized by Google

diese geschoben, wobei die am fertigen Stück sichtbare Biegung entsteht. Dabei schiebt sich die mit den Schlitzen versehene Platte a voran, in welchen die Zapfen der beiden Rollen b und c ruhen. Diese bewegen sich aber gleichzeitig an Führungen gh und ik entlang, welche auf der Tischplatte befestigt sind, und durch welche die beiden Rollen gezwungen werden, sich einander zu nähern. Ist die Rolle f zwischen die Rollen d und e bis zum Ende hindurch gelangt, so haben die beiden genannten Rollen die in der Abb. 73 gezeichnete Stellung eingenommen und die Enden in die dort angegebene Lage gebracht.

In dieser Art werden also sieben Speichen, für ein Rad, gebogen, in einen Ring (Abb. 74) gelegt und dort durch eintreiben von Keilstücken kk befestigt. Alsdann wird das noch nabenlose Rad auf eins der Revolverfeuer b (Abb. 71 b) gelegt so, daß der Kranz ganz frei bleibt, mit Koks bepackt und durch einen Aufsatz abgedeckt; ganz so, wie wir es bereits in der Abb. 13 kennen gelernt haben. Derselbe hat die Hitze zusammenzuhalten; die Flamme strömt durch den Spalt zwischen Herd und Aufsatz heraus. Der Zweck ist, den inneren Teil des Rades schweißwarm zu machen.

Inzwischen ist die zur Herstellung der Nabe bestimmte Luppe in dem Ofen gewärmt und unter den Fallhammer gebracht worden, der sie mit Hilfe eines Gesenkes in die in der Abb. 75 dargestellte Form gebracht hat. Dann gelangt sie in den Schweißofen e, und die Aufgabe ist es nun, Nabe und Rad gleichzeitig schweißwarm zu machen. Ist dies geschehen, so wird die Nabe unter den Dampfhammer gebracht, die Radfigur daraufgelegt und durch einige kräftige Schläge unter Bildung der erforderlichen Nabenform (Abb. 75 punktiert gezeichnet) vereinigt. Nunmehr wird das Rad aus dem Ring herausgenommen und, noch warm, auf der Richtplatte g (Abb. 69) ausgerichtet. Dann folgt die Ausfüllung der am Umfang verbliebenen Lücken (Abb. 76). Hierzu dient das Revolverfeuer h, welches ebenfalls mit Unterwind arbeitet. Die Lücken werden mit zweckentsprechend vorbereiteten Keilstücken e oder f ausgefüllt, schweißwarm gemacht und endgültig mit Handhämmern bearbeitet. — Die weitere Fertigstellung ist dann Sache der Dreherei.



77. Alter Stielhammer der Kruppschen Werke aus dem Jahre 1851.

Digitized by Google

Das Walzwerk.

Die Anfänge des Walzwerkes werden gewöhnlich in das 18. Jahrhundert verlegt. Beck*) glaubt weit ältere Spuren nachweisen zu können; denn es berichtet bereits aus der ersten Hälfte des 11. Jahrhunderts ein westfälischer Mönch Rugerus — in seiner Muttersprache Rogker, als Mönch Theophilus Presbyter genannt — über einen Apparat „Organarium", der vielleicht als primitivstes Walzwerk für Gold und Silber angesehen werden kann, wie folgt: „Es gibt ein eisernes Werkzeug, welches Organarium heißt und aus zwei Eisen besteht, einem unteren, einem oberen. Der untere Teil hat die Dicke und Länge des Mittelfingers, ist ziemlich dünn und hat zwei Schäfte, in welchen unten ein Holz steckt und über welche oben sich zwei dicke Nägel erheben, bestimmt zur Aufnahme des oberen Stück Eisens, dessen Dicke und Länge jener des unteren gleichkommt. Es hat zwei Löcher, an jedem Ende eins, durch welche von oben die zwei Nägel gehen, um beide miteinander zu verbinden. Sie müssen nämlich mit Hilfe der Feile sehr gut verbunden werden. Auf beiden seien Gruben eingegraben, und zwar so, daß sie in der Mitte stehen; gibt man auf das größere, das lang liegt und gleichmäßig rund, geschlagenes Silber oder Gold, so wird der obere Teil des Eisens mit einem gehörnten Hammer stark geschlagen, mit der anderen Hand aber das Gold oder Silber gedreht, und so bilden sich runde Körner, gleich Bohnen; in dem zweiten Loche werden solche wie Erbsen, im dritten wie Linsen und so immer kleiner." — Es fragt sich indessen, ob dieser „Organarium" genannte Apparat überhaupt ein Walzwerk gewesen sei. Die Beschreibung paßt auch auf eine Art Gesenkschmiedevorrichtung. Die beiden mit Führungen versehenen Eisen sind dann als Unter- und Obergesenk aufzufassen, welche mit halbkugelförmigen Vertiefungen versehen sind. Dann wird auch das erwähnte drehen des Metallstabes erklärlich, was beim walzen nicht denkbar ist. Endlich spricht auch das starke schlagen mit dem Hammer für die zweite Auffassung.

Die älteste bildliche Beschreibung eines Walzwerkes gibt Salomon de Caus im Jahre 1615, zum walzen von Bleiplatten für Orgelpfeifen; dasselbe ist in Abb. 78 dargestellt. Ein anderes Walzwerk (Abb. 79) stellt Branca in seinem Buche über Maschinen dar. Das Bild ist ein wunderliches Gemisch von Dichtung und Wahrheit. Recht wahrscheinlich sieht das Walzwerk mit seinem Zahnradantrieb aus, weniger der Motor: eine gleich als Schmiedefeuer dienende Esse, deren heiße Abgase durch einen hohen Schornstein gehen und oben ein Schaufelrad treiben sollen. — Jedenfalls darf man darauf schließen, daß das walzen weicher Metalle damals schon geübt worden ist.

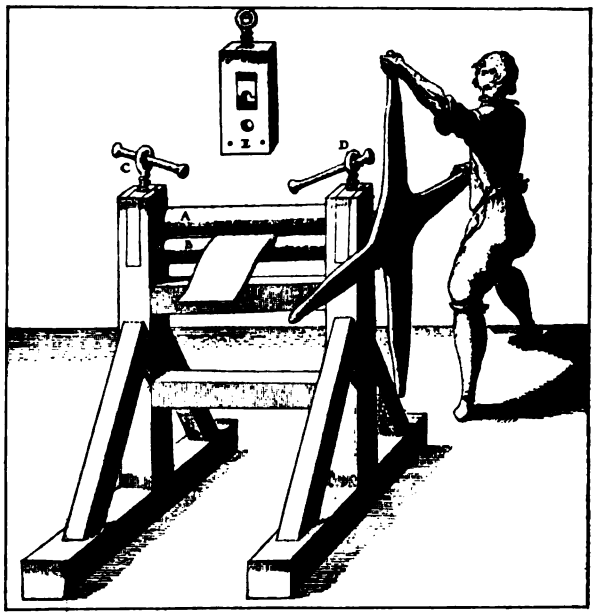
Der Verwendung der Walzen für Eisen stand, abgesehen von der großen Schwierigkeit, die Walzen herzustellen, die Notwendigkeit entgegen, dasselbe gut zu erwärmen, und es verging lange Zeit, bevor man dies lernte. Die Vorstudien wurden am Kupfer und Messing gemacht, welche leichter zu behandeln sind und auch den Handbetrieb leicht gestatten. Nach Weigel (Hauptständen) bedienten sich in Nürnberg die Flinderschlager und Rechenpfennigmacher bereits der Walzwerke. Für Eisen hatte man zunächst die Blechschlägereien, in denen unter dem Hammer gebreitet wurde; das Schrotbeil diente zum zerteilen sowie zum abtrennen von Streifen zu Drahtbildungen, wie man längst Kupfer- und Messingdraht für diesen Zweck aus Blech herausschnitt, gerade so, wie es heute noch, nur mit sehr vollkommenen Kreisscheren, geschieht. — Früh schon hatte man in der Goldschmiedekunst kleine Scheiben für solche Zwecke verwendet. Daraus entstanden dann in weit kräftigerer Gestaltung die bald vom Wasser getriebenen Eisenspaltereien im 16. Jahrhundert. Durch aufsetzen mehrerer Scheiben wurden walzenförmige Vorrichtungen gebildet, wie sie heute noch, aus einem Stück bestehend, zur Herstellung des Schnitteisens gebraucht werden. Das schneiden des getriebenen Bleches konnte noch in kaltem Zustande geschehen.

*) Dr. Ludwig Beck, „Die Geschichte des Eisens".

Digitized by Google

Dagegen scheinen die wirklichen Walzwerke für Eisen erst zu Ende des 17. Jahrhunderts in Thätigkeit gekommen zu sein. Wichtige Mitteilungen hierüber verdanken wir Polhem, welcher bereits 1707 in Stjernsund ein Werk für Platten und Bandeisen gründete. Eine solche Anlage (aus der Gegend von Lüttich) beschreibt Swedenborg in seinem Werke de ferro (1734) und sagt darin: „Sind die Eisenstäbe so erhitzt, so nimmt man sie heraus und läßt sie durch zwei stählerne Cylinder durchpassieren. Wenn Eisenplatten, welche ungefähr 0,7 m lang, 0,1 m breit und 0,02 m dick sind, durch die erwähnten Walzen gehen, werden sie in Länge und Breite so ausgedehnt, daß sie über 1,4 m lang, 1,2 m breit aus den Walzen kommen. Diese schon so gestreckten Platinen kommen dann nochmals in den Ofen, wonach man sie wieder durch die Walzen gehen läßt, wodurch sie bis auf eine Länge von 5 Ellen ausgedehnt werden."

„Der Wärmofen, den man anwendet, ist auf einigen Werken einfach, auf anderen doppelt. In diesen werden die erwähnten Eisenstücke gelegt. Unter dem Feuerraum (nur in Lüttich mit Steinkohlen, in den anderen Gegenden Holzkohlen) befindet sich ein Aschenfall. In diesen werden etwa 200 Sätze oder Platinen eingetragen, und zwar so, daß sie kreuzweise übereinander gelegt werden. Sind die Eisenstäbe so erhitzt und in Glut, so nimmt man sie heraus und läßt sie durch zwei stählerne Cylinder passieren."



78. Blechwalzwerk aus dem Jahre 1615.
Nach Salomon de Caus.

Wir erkennen hier die unzweideutige Beschreibung eines Warmwalzwerkes. Immerhin wollten sich die Walzwerke nicht weiter verbreiten, weder in Schweden, noch in Frankreich oder Deutschland. Die Führung übernahm dann England, welches seit 1742 Weißblech für die japanische Blechware und seit Anfang der fünfziger Jahre Kessel- und Pfannenblech walzte, ebenso Rundeisen. Groben Draht versuchte man mindestens seit 1769 zu walzen. Am 24. Mai dieses Jahres erhielt Playfair ein Patent, feineres Formeisen durch walzen herzustellen. Hochinteressant ist das Faktum, daß Playfair schon im selben Jahre, am 17. Dezember, ein weiteres Patent erhielt: „um die Stücke spitz zulaufend zu machen, um Schaufeln zu walzen und verzierte Oberflächen für alle möglichen Zwecke und zusammenhängende Kugeln, Blätter u. s. w. zu erzeugen." John Westwood endlich fügt seiner Patentbeschreibung vom 14. November 1783 die Zeichnung einer fertig kalibrierten Walze bei, auf welcher er nicht nur Rundstäbe aus verschiedenem Metall auswalzen, sondern dasselbe sogar durch kaltwalzen härten wollte.

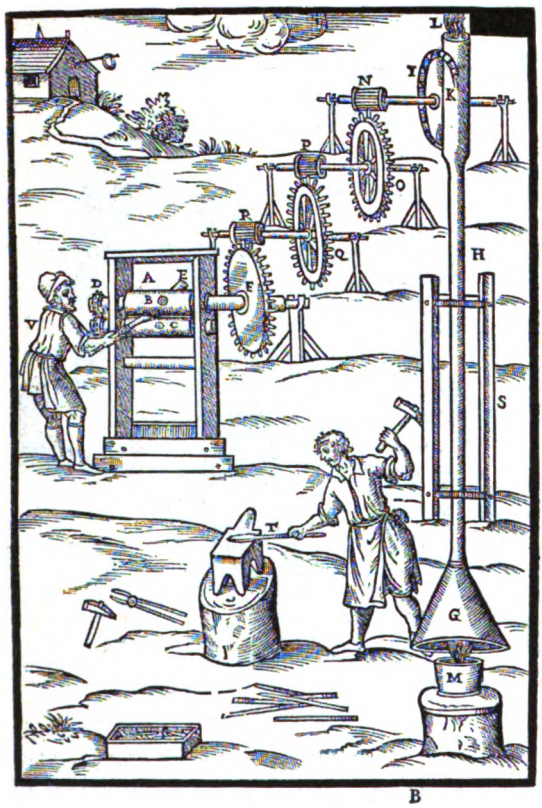
Die größte Bedeutung und Verbreitung gewann das walzen durch den Puddelprozeß, bei welchem die Luppen vordem durch den Hammer nicht nur ausgequetscht — es liegt hierin ein bleibender Vorzug des Hammers — sondern auch vorgeformt und ausgeschmiedet wurden, während der Walze das weitere formen, namentlich das glätten überlassen wurde. Corts hingegen zeigte, daß man besser die Walze früher eintreten ließe und dem Hammer nur das ausquetschen und das erste rohe vorformen zu lassen brauche.

Digitized by Google

In Deutschland und Frankreich fanden die Walzen erst zu Ende des 18. Jahrhunderts Eingang. Eversmann führt dies auf die damals in diesen Ländern nicht leicht zu überwindende Schwierigkeit in der Anfertigung der Walze zurück. Das erste deutsche Blechwalzwerk wurde etwa 1780 zu Neuwied in Thätigkeit gesetzt[2]) und krankte auch hier an den ungleichmäßigen Blechen. In Westfalen legte der Landrichter Göcke 1789 die erste Plattenwalze zu Everingsen an, welche lange Zeit hindurch die einzige Konkurrenz für den benachbarten Plattenhammer zu Olpe war.

In Österreich wurde das erste Blechwalzwerk 1793 zu Lippitzbach in Kärnten errichtet.*)

Das walzen der Metalle hat den Zweck, die von der Hütte gelieferten Blöcke oder Ingots zu längen, wobei die Verbreiterung meist nebensächlich auftritt und nur beim Formwalzen zur Verwendung gelangt. Neben der durch das walzen zu schaffenden regelmäßigen Form wird auch ein dichten des Gefüges bewirkt. Wie später hervorgehoben werden wird, besitzt das Rohmaterial noch nicht die Feinheit und Gleichmäßigkeit des Kornes und damit auch nicht die Festigkeit, welche die endgültige Verwendung erfordert; erst durch die tief eindringende Wirkung der mechanischen Bearbeitung wird dies erreicht. Hierzu dient das durchschmieden oder das walzen, welche beide Verfahren sowohl zur vorläufigen als auch zur fertigen Formgebung führen.



79. Walzwerk aus dem Anfang des 17. Jahrhunderts. Nach Branca.

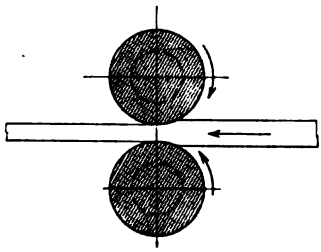
Die Walzen und ihre Lagerung. Das Werkzeug ist das Walzenpaar (Abb. 80), welches, meist horizontal in Zapfen übereinander gelagert und in zu einander entgegengesetzte Rotation versetzt, das Walzstück packt und durchzwängt, so daß es mit einer der Entfernung der Walzen entsprechenden Dicke aus der anderen Seite hervortritt, um dieselben schließlich meist wesentlich verlängert und entsprechend geformt zu verlassen. Damit aber das Walzstück gepackt und hineingezwängt wird, darf es im Verhältnis zu den Walzen eine gewisse Dicke nicht überschreiten. Es ist klar, daß, wenn ein zu dickes Walzstück (Abb. 81) gegen die Walzfuge gehalten wird, dasselbe eben nur von den Walzen gerieben wird, während es, bereits zwischen die Walzen gebracht, dann glatt vorangehen wird, wenn die zwischen ihm und den Walzen bestehende Reibung groß genug ist, um das folgende Material niederzudrücken. Es wirkt also dieser Reibung, abhängig von dem Material und der Rauhigkeit von Walze zum Walzstück, die Zusammenhangskraft der

[2]) Eversmann, „Eisen- und Stahlerzeugung", S. 116.

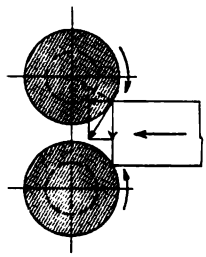
*) Diese geschichtlichen Daten sind dem am Eingang erwähnten klassischen Werke von Beck entnommen, einer unerschöpflichen Fundgrube der Eisengeschichte.

Digitized by Google

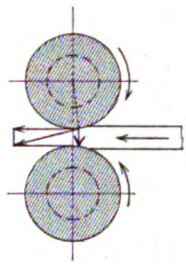
Teilchen des Walzstückes entgegen. Aber die Reibung kommt hier nicht mit ihrer ganzen Größe zur Geltung, sondern nur mit ihrem horizontalen Teil. Derselbe fällt bei dem in der Abb. 81 dargestellten Verhältnis viel zu klein aus, um ein vorziehen bewerkstelligen zu können, und wir sehen, daß hier die Grenze bereits wesentlich über-



80. Walzenpaar mit dem Walzstück.

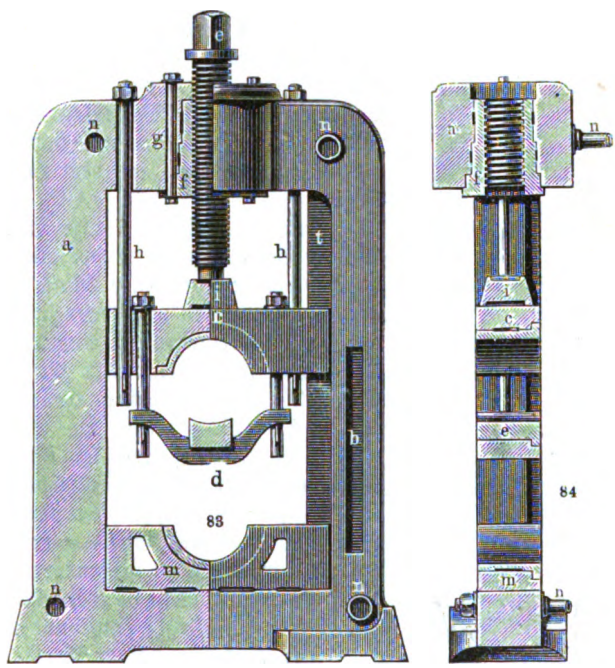


81. Zu dickes Walzstück.



82. Richtige Walzstärke.

schritten ist. In der Abb. 82 dagegen ist angenommen, daß die Reibung zwischen Walzstück und Walze gerade genügt, um ein „packen" zu ermöglichen, was durch ein geringes zuschärfen des Walzstückes erleichtert wird. — Solche Grenzzustände kommen in der Praxis häufig genug vor, namentlich beim allererſten einstecken. Man sucht hier die Reibung dadurch zu vergrößern, daß man die Walzen mit Furchen versieht, sie „rauht"; sie packen dann besser. Aber auch hier liegt wieder eine Gefahr vor: die Reibung ist groß genug, um das einziehen zu bewirken, den Widerstand des Walzstückes gegen das zusammendrücken zu überwinden, aber die Walzen halten diesen Widerstand nicht aus. Der Erfolg ist dann das Schlimmste, was im Walzwerk etwa passieren kann: der Walzenbruch. Zwischen diesen Grenzfällen hat sich der Walzmeister zurechtzufinden und Walzwerk und Walzstück einander anzupassen.

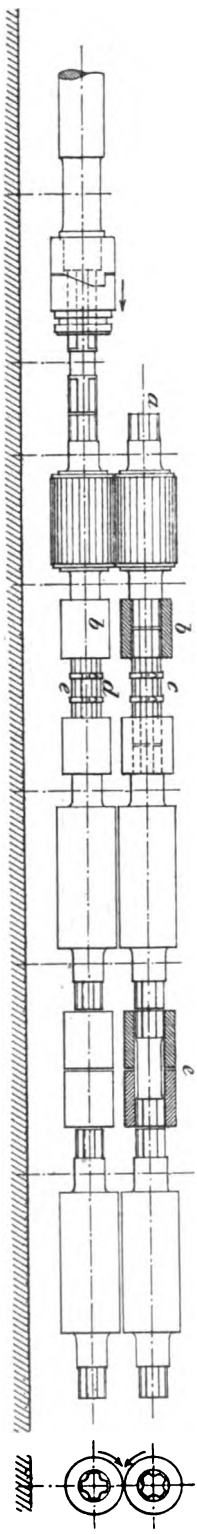


83 u. 84. Walzenständer.
83 Seitenansicht. 84 Schnitt.

Das Walzwerk besteht nun aus diesem besprochenen Walzenpaar und den Walzenständern, in welchen ersteres durch die Lagerschalen c (Abb. 83 u. 84[3]) gehalten wird. Das untere m ist ein gewöhnliches halbes, also oben offenes, mit einer Schale versehenes Lager, welches unten fest aufliegt, zuweilen auch durch keilartige Unterlagen etwas verstellbar eingerichtet ist. — Die obere Walze erhält nach oben hin, zur Aufnahme des Walzdruckes, ein gleiches Halblager, welches durch die Bolzen h verstellbar getragen wird.

[3]) Ledebur, „Lehrbuch der mechanisch-metallurgischen Technologie."

Digitized by Google



85. Walzenreihe mit Kuppelungen. Seitenansicht.

Der Walzdruck wird durch die Druckschraube e aufgenommen, welche mit Hilfe eines Schlüssels entsprechend eingestellt werden kann. Zwischen dieser Druckschraube und dem Oberlager befindet sich ein klotzartiger, etwas ausgehöhlter Körper i, welcher nur einen ganz bestimmten Druck zu ertragen imstande ist und ausbricht, sobald derselbe für die anderen Teile des Walzwerkes zu stark wird. Der Zweck dieses als Sicherheitsorgan wirkenden, „Bruchklotz" genannten Stückes wird nach dem oben Gesagten klar sein: sollte der angeführte Grenzzustand eintreten, so wird der Bruch auf das leicht auszuwechselnde Bruchstück geleitet und ein ernster Unfall vermieden.

Wenn nun weiter nichts vorgesehen wäre, würde die Oberwalze während der Ruhezeit des Walzwerkes auf der Unterwalze liegen und erst beim einschieben eines Walzstückes gehoben werden. Dies ist auch bei denjenigen Walzwerken der Fall, welche nur mit dünnen Walzstücken zu thun haben. Im übrigen muß die Oberwalze getragen werden, was durch einen leichten Bügel d geschieht. Derselbe ist mit Hilfe zweier Schrauben am Oberlager aufgehängt und mit einem Metallstück e zur Aufnahme des Zapfens versehen.

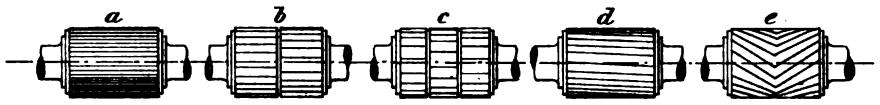
Je zwei solcher Walzenständer bilden einen **Walzengang**. Zur Verbindung derselben dienen einerseits 4 kräftige Bolzen, welche durch die Löcher n der Walzenständer gezogen werden, und anderseits der Walzenlänge entsprechende Querstücke, welche sich in Nuten b einstemmen und je nach der Dicke der benutzten eingelegten Walzen in der Höhenrichtung verschoben werden können.

Zum Antrieb der Walze ist dieselbe zunächst mit einem den Walzen eigentümlichen Kuppelungsende a (Abb. 85) versehen, über welches eine entsprechende Muffe b geschoben wird. Beide, Muffe und Zapfen, passen nur locker zusammen und gestatten so leicht ein auf- und niedergehen zu einander, wie es die Bewegungen der Oberwalze verlangen. Um die Auswechselung einer mitten in einem Walzwerk zwischen event. zwei verschiedenen Walzgängen befindlichen Walze, also die Auskuppelung derselben leicht bewirken zu können, befindet sich zwischen je zwei Walzen ein Kuppelungsstück c, d, über welches die Muffen geschoben werden können, so daß der Zapfen der herauszunehmenden Walze frei wird, wie aus der Stelle e ersichtlich. Und um anderseits die Kuppelungsmuffen zu verhindern, sich während der Arbeit zu verschieben, werden, meist in recht einfacher Weise, Eisenstücke zwischengelegt und mit Draht festgebunden.

Der **Antrieb** erfolgt für die unteren Walzen direkt unmittelbar von der Maschine aus, so daß also diese in der Richtung der Maschinenachse liegen. Die obere Walzenreihe dagegen wird an irgend einer Stelle, am zweckmäßigsten gleich beim ersten Walzenpaar, von der unteren Reihe aus angetrieben. Es sind dazu Zahnräder erforderlich, deren Durchmesser dem der Walzen entsprechen, also recht klein ausfallen muß. Dieselben erhalten meist ein Ständerpaar für sich, vgl. auch Tafel: Das Dreiwalzwerk von Longwy (S. 51). Um ihnen die bei ihrem geringen Durchmesser erforderliche bedeutende Stärke zu geben, müssen sie entsprechend lang gemacht werden, d. h. die Zähne erhalten eine bei Zahnrädern sonst ungewohnte Breite. Man nennt solche Räder **Kammwalzen**.

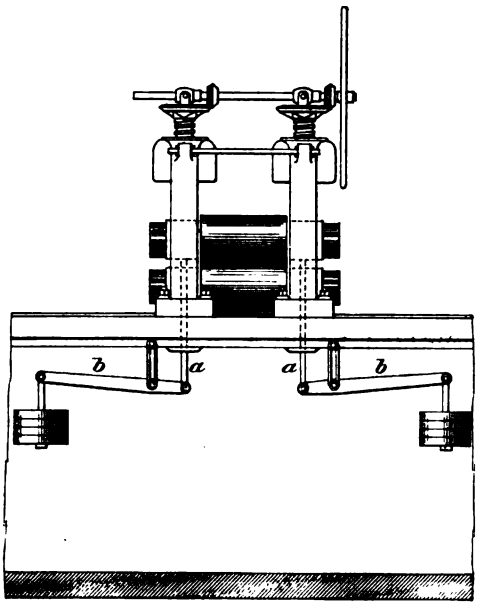
Digitized by Google

Sie erhalten naturgemäß sehr kräftige, also auch nur wenig Kämme (Zähne). Nun ist es bekannt, daß derartig grob geteilte Zahnräder von kleinem Durchmesser, bei denen also immer nur ein Zahn im Eingriff ist, meist unruhig, stoßweise arbeiten. Um dies zu mindern, hat man zunächst eine Teilung der Länge nach vorgenommen und diese beiden Teile (Abb. 86b) um eine halbe Teilung — die Entfernung zweier Zähne, auf dem Teilkreis gemessen — gegeneinander verdreht. Man erhält so doppelt soviel Stöße, aber von minderer Kraft und erreicht dabei, daß stets mehr als ein Zahnpaar gleichzeitig in Ar-

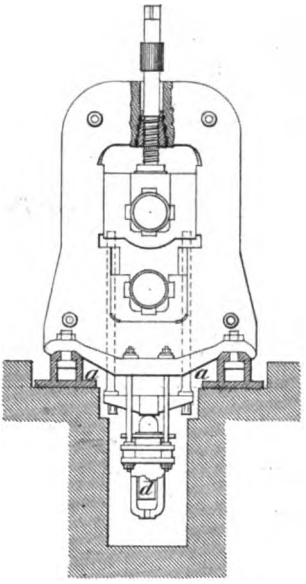


86. Entstehung der Kammwalze.

beit ist. Man kann sich diese Teilung (Abb. 86c) auch dreimal oder noch öfter vorgenommen denken und gelangt so zu einem schraubenförmigen Zahn (Abb. 86d), der gar keinen Stoß gibt und ruhig arbeitet. Die schräge Stellung ergibt aber eine Seitenkraft, welche auf ein verschieben wirkt. Um diesem zu begegnen, nimmt man die Abstufung zweiseitig vor und gelangt so zu der heute üblichen Form der Abb. 86e. Diese Form enthält gleichzeitig eine Art Verstrebung, welche die Festigkeit der Zähne erhöht, allerdings auch ein nacharbeiten der Zähne wesentlich erschwert. Indessen verfügt man heute in der Gießerei über Mittel, welche eine sichere und saubere Herstellung selbst so komplizierter Formen gestatten.



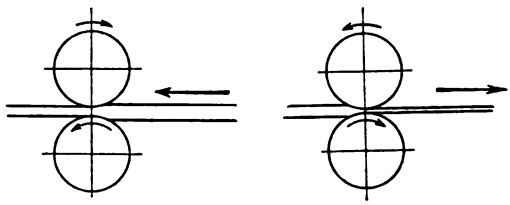
87. Hebelausgleichung.



88. Hydraulische Gewichtsausgleichung.

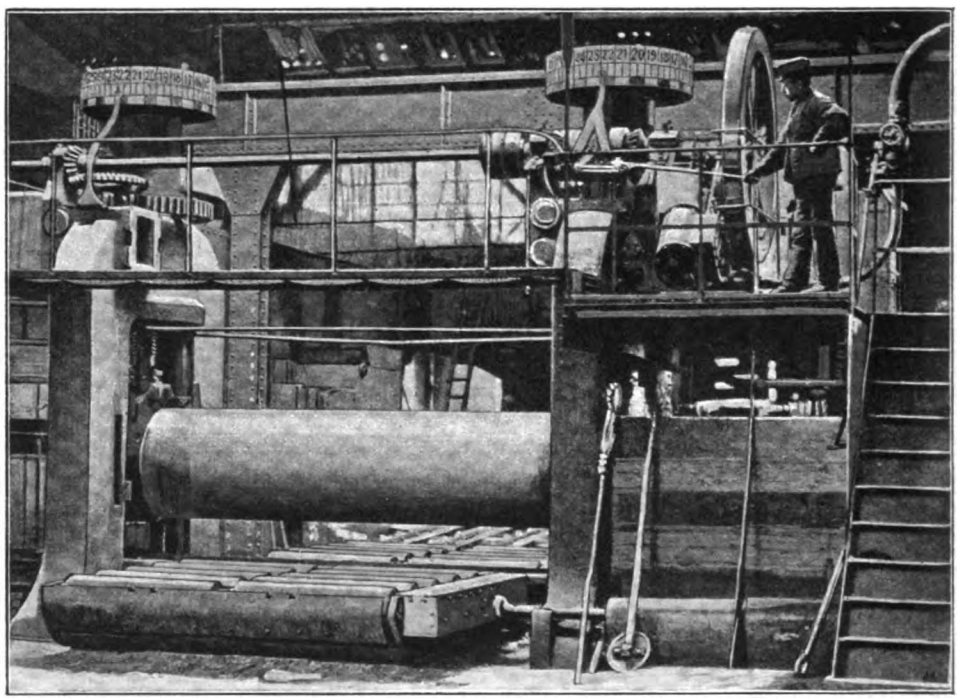
In vielen Fällen, namentlich bei schweren Walzen, ist es erforderlich, die obere Walze oder eine derselben zu tragen. Es geschieht dies (Abb. 87) durch zwei Stangenpaare a, welche je zu beiden Seiten der Zapfen der unteren Walze durchgehen und das Lager der oberen Walze aufnehmen. Diese Stangen ruhen auf den Enden der Hebel b, welche sich unter dem Fundament befinden und durch Gewichte belastet werden. Man hat auch (Abb. 88) die Hydraulik verwendet und läßt die nach oben gehenden Stangen a durch einen Kolben d tragen, welcher durch heute in der Eisenhütte vielfach verwendetes Preßwasser bethätigt wird.

Digitized by Google



89. Kehrwalzwerk.

Walzwerke, welche aus zwei übereinanderliegenden Walzen bestehen, nennt man Zwei- oder Duowalzwerke. Da das Walzstück mit nur außerordentlich seltenen Ausnahmen immer mehrmals die Walzen passieren muß, so muß dasselbe nach jedem „Stich" (Durchgang) wieder zurückgegeben werden. Dies hat bei schweren Walzstücken große Schwierigkeiten und, namentlich bei kleinen, den großen Nachteil, daß es leicht abkühlt, abgesehen von dem zum zurückgeben erforderlichen Zeitaufwand.



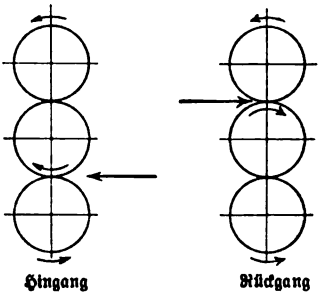
90. Kehrwalzwerk von Schulz & Knaudt in Essen.

Man hat hier zwei Auswege. — Bei schweren Stücken läßt man die Drehungsrichtung der Walzen (Abb. 89) nach jedem Stich umkehren, so daß das Walzstück sehr bald zurückwandern kann. Aber schwere Walzstücke erfordern schwere Maschinen, und das umkehren der Bewegungsrichtung derselben bringt viel Dampfverlust mit sich. Zudem muß die eincylindrige Maschine, welche ein Walzwerk zu treiben hat, mit einem mächtigen Schwungrad versehen sein, damit die schwere Walzarbeit auch vollzogen werden kann, während die Kurbel in der Nähe der toten Punkte, also ungünstig für die Übertragung des Dampfdruckes steht. Man wählt daher für Walzengänge der genannten Art, welche den Namen: Kehr- oder Reversierwalzwerke führen, regelmäßig Zwillingsmaschinen mit Umsteuerung, wie sie durch die Lokomotiven- und Schiffsmaschinen bekannt geworden sind. In jüngster Zeit hat man die Kehrbewegung auch durch Wendegetriebe in Verbindung mit Reibungskuppelungen bewerkstelligt und damit gute Erfolge erzielt.

Abb. 90 zeigt ein solches Kehrwalzwerk von Schulz & Knaudt in Essen, bereit, das von hinten her kommende Walzstück aufzunehmen. — Diese Maschinen sind aber nicht

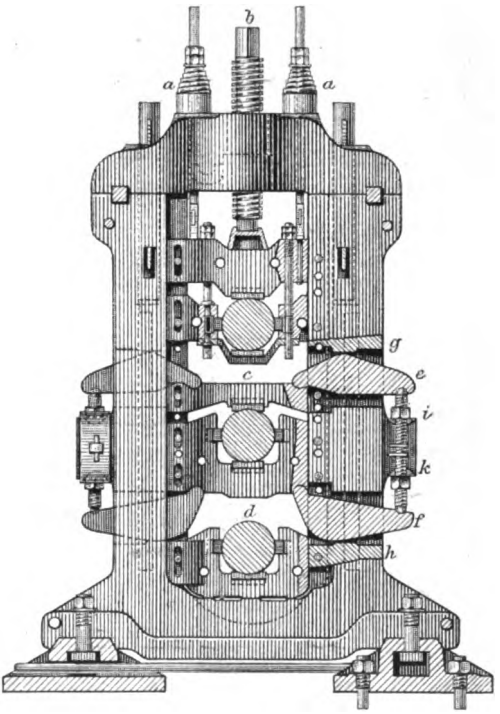
Digitized by Google

sehr sparsam, da mit den Kehrungen stets Arbeits- und Wärmeverluste verbunden sind. Man hat daher für viele Zwecke, namentlich für schnelle Walzarbeit das Drei- oder Triowalzwerk eingeführt. Hier liegen (Abb. 91 u. 92) drei zunächst gleiche Walzen übereinander, und der Stich erfolgt abwechselnd unter und über der Mittelwalze. Der Antrieb geht für die drei Getriebe von der unteren Walze aus, die also in der Maschinenlinie liegt. Von diesen drei Getrieben dient das mittlere nur als Zwischenrad und ist daher mit der mittleren Walze gewöhnlich nicht gekuppelt. Um die drei Lagerpaare fest einzustellen, ist die in der Abb. 92[3]) dargestellte Einrichtung*) getroffen. Die Unterwalze ist fest gelagert und die Oberwalze, wie in Abb. 87 u. 88 gezeigt, aufgehängt. Um jedoch eine Verstellbarkeit derselben zu ermöglichen, sind unter den Muttern der Hängebolzen starke Kegelfedern, a, angeordnet, so daß die Druckschraube b etwas angezogen und gelöst, die Oberwalze also entsprechend gesenkt und gehoben werden kann. Die Mittelwalze liegt zwischen den Lagerhälften c u. d, welche von den kurzen Enden der Stützhebel e, f getragen werden, die sich ihrerseits gegen die Keilstücke g u. h stützen. Die äußeren Enden dieser Stützhebel werden von den Schrauben i u. k bethätigt, mit Hilfe welcher man also die Mittelwalze genau einzustellen imstande ist.



91. Dreiwalzwerk.

Die Dreiwalzwerke werden auch (Abb. 93 u. 94[3], sowie Tafel S. 51), namentlich wenn es sich um scharfes strecken handelt, mit loser und zuweilen kleinerer Mittelwalze ausgeführt. Dieselbe stützt sich gegen die Oberwalze, ist also einer Gefahr des brechens nicht ausgesetzt und wird, wie jene, nur durch Reibung mitgenommen. Der Antrieb bezieht sich daher nur auf die Unterwalze, welche mit den anderen beiden Walzen keinerlei Verbindung hat. Die Oberwalze ist hier entlastet worden. Man erkennt aus der Abbildung im Fundament die Tragstangen und das dasselbe aufnehmende Querstück, welches an dem Ende eines belasteten Hebels sich befindet, wie in Abb. 87 angegeben.



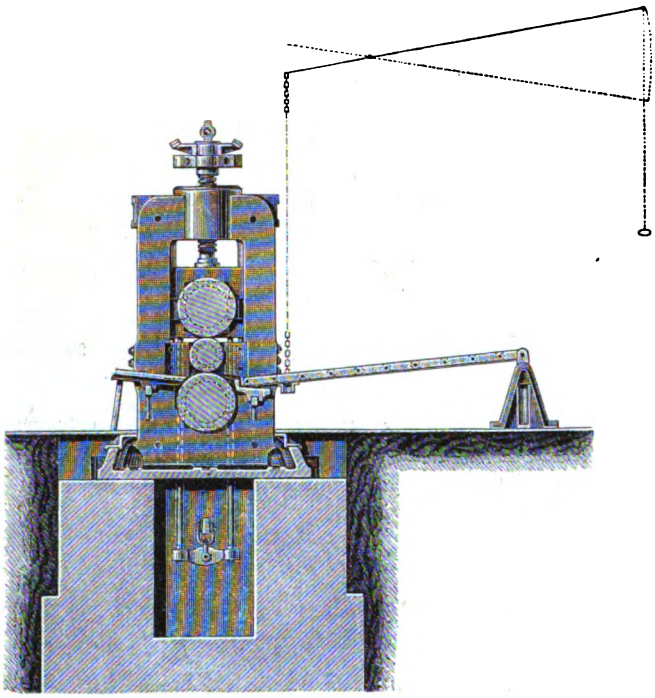
92. Walzenständer für das Dreiwalzwerk.

Um das einstecken und auch die Bewegung des Walzstückes zu erleichtern, versieht man den Walzgang mit zwei Tischen, einem festen und einem beweglichen. Der feste a (Abb. 93) führt zur Unterwalze. Das durchlaufende Walzstück wird von dem beweglichen und in seiner unteren Lage befindlichen Tisch b aufgenommen und durch heben desselben in die obere Stichhöhe gebracht. Der bewegliche Tisch ist zur Verminderung der Reibung meist mit zwei Rollenreihen versehen, wie aus der Abb. 94 zu erkennen. Diese Rollen werden für schwere Walzstücke, wie große Träger, Bleche — auch Schienen — durch Walzen ersetzt, welche für sich angetrieben werden und natürlich mit Rücklauf versehen

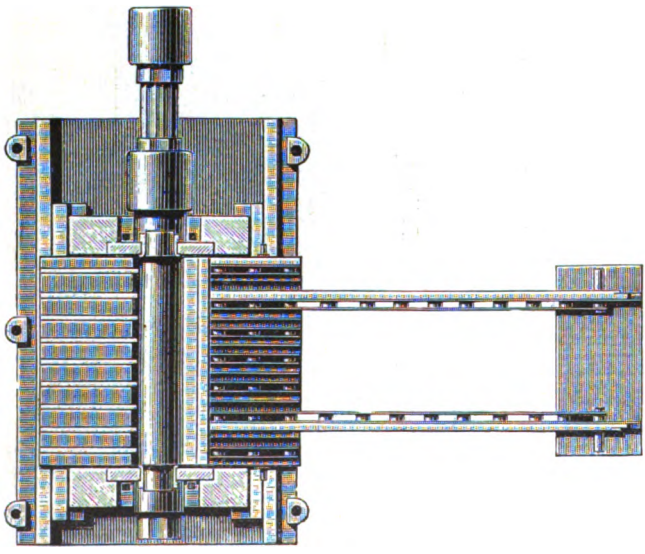
*) Erdmannscher Walzenständer, gebaut von der Duisburger Maschinenbau-Aktiengesellschaft.

Digitized by Google

sind. Bei Dreiwalzwerken tritt hierzu noch die Vorrichtung zum heben und senken der Tische, wie sie mit der soeben erwähnten Rollvorrichtung aus Fig. 113 und der Tafel S. 51 zu erkennen sind.



93. Dreiwalzwerk mit loser Mittelwalze. Seitenansicht.



94. Dreiwalzwerk mit loser Mittelwalze. Oberansicht.

Die Dreiwalzlager leiden unter der schweren Zugänglichkeit der Unter- und Mittelwalze. Man ist daher neuerdings zu einem Vierwalzwerk (Abb. 95) übergegangen, welches aus zwei nebeneinanderliegenden Zweiwalzwerken besteht, die in der Höhenlage etwas gegeneinander versetzt sind, so daß die Stichöffnungen frei bleiben. Die Hantierung ist hier wie beim Dreiwalzwerk. Diese Vierwalzwerke erfreuen sich für Draht- und feinere Formwalzereien einer großen Beliebtheit.

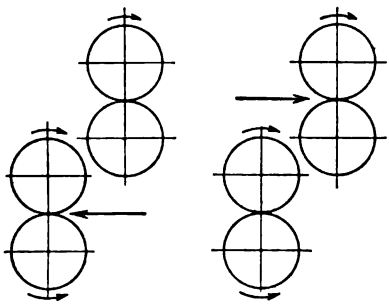
Das Formwalzen. Die Oberfläche der Walzen, welche bisher der Einfachheit wegen glatt gezeichnet worden, ist dies nur, wenn es sich um das walzen von ebenen Platten handelt, und sie muß naturgemäß für alle anderen Fälle durch entsprechende Eindrehungen dazu vorbereitet werden. Solche Eindrehungen nennt man Furchen oder Kaliber. Man unterscheidet offene und geschlossene Kaliber, je nachdem die zu walzende Figur teils aus der einen und teils aus der anderen herausgedreht wird (Abb. 96), oder nur in der einen Walze liegt, so daß die andere lediglich den Schluß bildet, wie in Abb. 97 angegeben ist. Die zwischen den Kalibern stehen gebliebenen Bunde dürfen nicht zu schmal sein, weil sie sonst zu leicht ausbrechen, und werden Ringe genannt. Sie dürfen wieder nicht zu breit sein, weil sie sonst unnötig viel von der Walzenlänge beanspruchen.

Nur die letzte Form des Kalibers entspricht dem zu liefernden Querschnitt des Walzstückes. In den allermeisten Fällen ist eine ganze Reihe von Kalibern erforderlich,

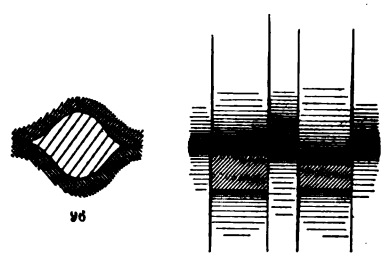
Digitized by Google

um von dem Querschnitt des Blockes (Luppe oder Ingot) auf den erforderlichen zu kommen, so daß dieselben meist mehrere Walzen beanspruchen. Man nennt diejenigen Walzen, welche die ersten Kaliber führen, die Vorwalzen, und diejenigen, welche die letzten enthalten, die Fertigwalzen.

Einer genauen Behandlung und großer Erfahrung bedarf es, die Größe und Form der aufeinanderfolgenden Kaliber richtig zu wählen. Es ist dabei zuerst der Grundsatz zu beachten, daß die Breite des Kalibers selten kleiner sein darf, dagegen meist ein wenig größer genommen werden muß, als die des Walzstückes, so daß die Verkleinerung



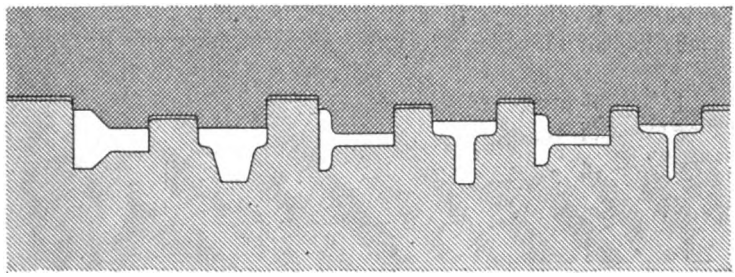
95. Vierwalzwerk.



96 u. 97. Offenes und geschlossenes Kaliber.

desselben stets nur von oben her geschehen soll. Diese Querschnittsverkleinerung, die Reduktion (auch „Druck" genannt), muß der Wärme und Form des Walzstückes angepaßt sein und kann daher zuerst ziemlich groß, etwa 0,5 bis 0,6 genommen werden, während er später auf 0,7, sogar 0,9 herabgemindert werden muß.

Die Notwendigkeit, das Walzstück stets vorzugsweise nur von oben her zu bearbeiten, bringt die fernere Notwendigkeit des wendens des Walzstückes mit sich, so daß die Einwirkung der Walzen nacheinander beiderseitig erfolgen kann. Ein einfaches Beispiel hierfür ist in der Abb. 98[4]) dargestellt, welche die Reihenfolge der Kaliber für ein T-Eisen zeigt. Man erkennt hier deutlich die jedesmalige Wendung, so daß der Druck stets in abwechselnder Richtung erfolgt.



98. Kaliber für T-Eisen.

Indessen ist diese Wendung nicht immer möglich, wie aus der Abb. 99[4]) zu erkennen, wo die Art des Profiles nur eine Drehung um 180° zuläßt. — Beide Profile lassen sich auf einem Walzenpaar herstellen, welches also Vor- und Fertigkaliber zugleich enthält.

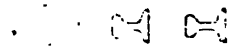
Abb. 100[4]) zeigt die Kalibrierung der Schienenwalzen, wo zwei Walzenpaare erforderlich sind. Das Walzstück gelangt von Profil 1 bis zum Profil 4 unter jedesmaliger Wendung von 90°. Bei Profil 5 wird um 180° gedreht. Profil 6 ist ein sogenanntes Stauchkaliber und hat nur zu drücken, besitzt also nicht die genauere Ausbildung; es wirkt

[4]) Wedding, „Eisenhüttenkunde".

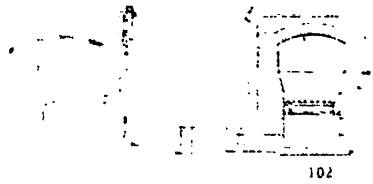
Digitized by Google

nur
gewen
gegen
sprech
Schie

Wir
von
Kupp
einge
gefül
sind



sich
Die
der
masc
der

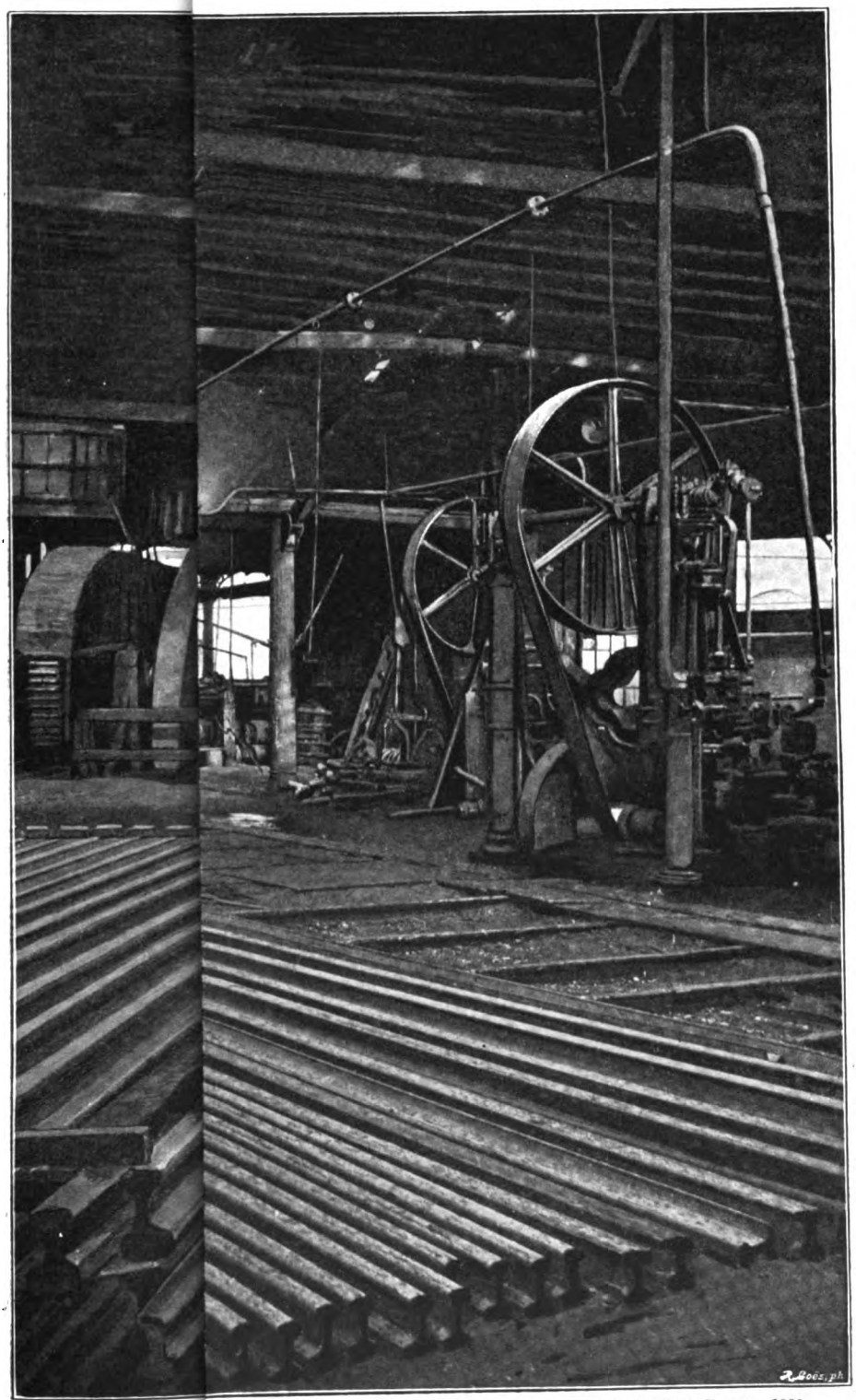


102

gewi
prod

stahl
für
befin
beiden
verbraucht das Werk jetzt 2000

Digitized by Google



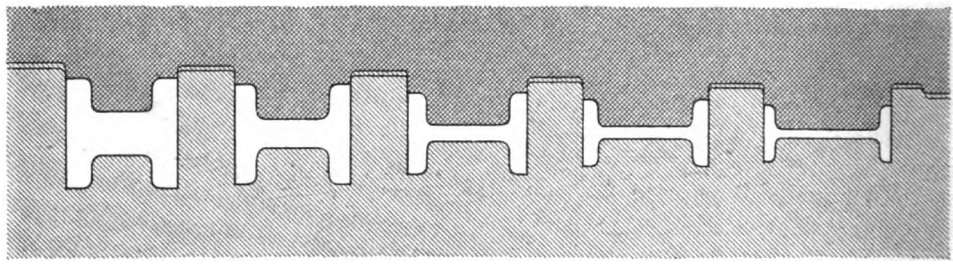
Leipzig, Otto Spamer, 1900.

t.

Digitized by Google

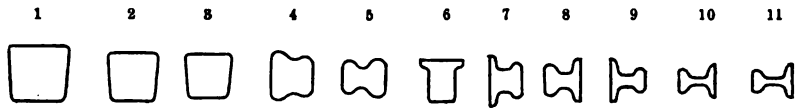
nur von oben. Zu Profil 7 hinüber wird wieder um 90° und von da ab je um 180° gewendet. Profil 10 und 11 sind die Fertigkaliber, welche einander gleich sind und gegenseitig zur Reserve dienen.

Vermöge des außerordentlichen Bedarfes haben diese Schienenwalzwerke eine entsprechende Bedeutung erlangt. Unsere Tafel gibt die Ansicht eines der bedeutendsten Schienenwalzwerke Deutschlands, das der Rheinischen Stahlwerke in Ruhrort. —



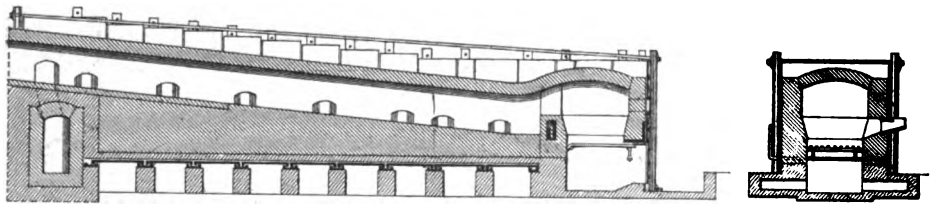
99. Kaliber für Doppel-T-Eisen.

Wir sehen links die mit einem mächtigen Schwungrad versehene Betriebs-Dampfmaschine von 360 Pferdestärken, welche mit Hilfe der — auf der Abbildung ausgerückten — Kuppelung die beiden Walzenstraßen treibt. Die Vorwalzen sind nach dem Triosystem eingerichtet, während die rechts davon erkennbaren Fertigwalzen als Duowalzwerk ausgeführt sind. Die zwischen den Walzenstraßen befindlichen oben besprochenen Kuppelungen sind der bestehenden Gefahr wegen durch Lattengitter verdeckt. Die Wärmöfen befinden



100. Kaliber für Eisenbahnschienen.

sich hinter dem Walzwerk und sind daher auf der Abbildung nur wenig zu erkennen. — Die Blöcke gelangen von diesen zu den Walzen, welche sie noch warm verlassen, um zu der rechts an der großen Riemenscheibe erkennbaren und von einer besonderen Dampfmaschine getriebenen Kreissäge zu gelangen, von welcher ein kleiner Teil unterhalb der Schutzhaube sichtbar ist. Hier werden die Schienen auf Länge geschnitten.



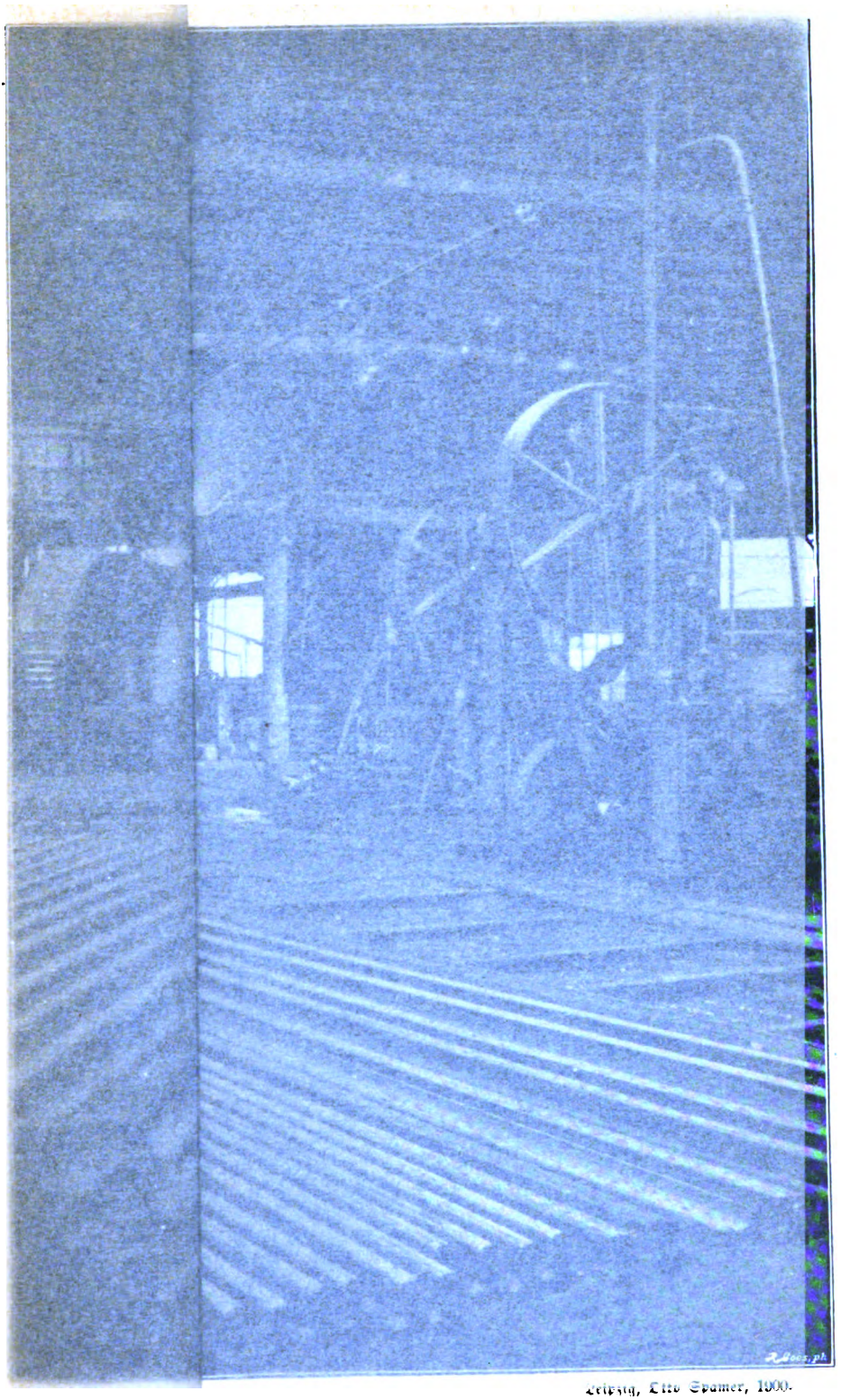
101 102

101 u. 102. Rollofen. (101 Längsschnitt, 102 Querschnitt.)

Das Walzwerk stellt in 24 Stunden bis zu 1000 Stück Schienen her, im Gesamtgewichte — je nach Profil und Länge — von 180 bis 240 t, so daß sich die Jahresproduktion bei 250 vollen Arbeitstagen auf 45 000 bis 60 000 t beläuft.

Die rechts sichtbare Walzenstraße dient zum auswalzen von Spezialstahl, wie Stabstahl für Gewehrfabrikation, Federstahl, Stahl für den Oberbau von Brücken, Schienen für Pferdebahnen und Grubenwagen u. s. w. In der Verlängerung dieser Walzenstraße befindet sich noch eine dritte, auf der Abbildung nicht sichtbare für kleinste Profile, welche beiden Straßen zusammen noch fernere 9000 t zu liefern imstande sind. Von dieser verbraucht das Werk selbst 2000—2500 t für ihre Federwerkstätte.

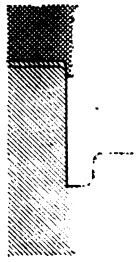
Digitized by Google



Leipzig, Otto Spamer, 1900.

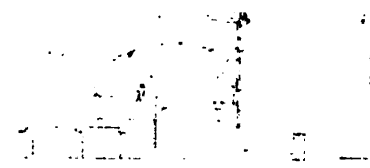
Digitized by Google

nur v
gewen
gegens
sprech
Schien

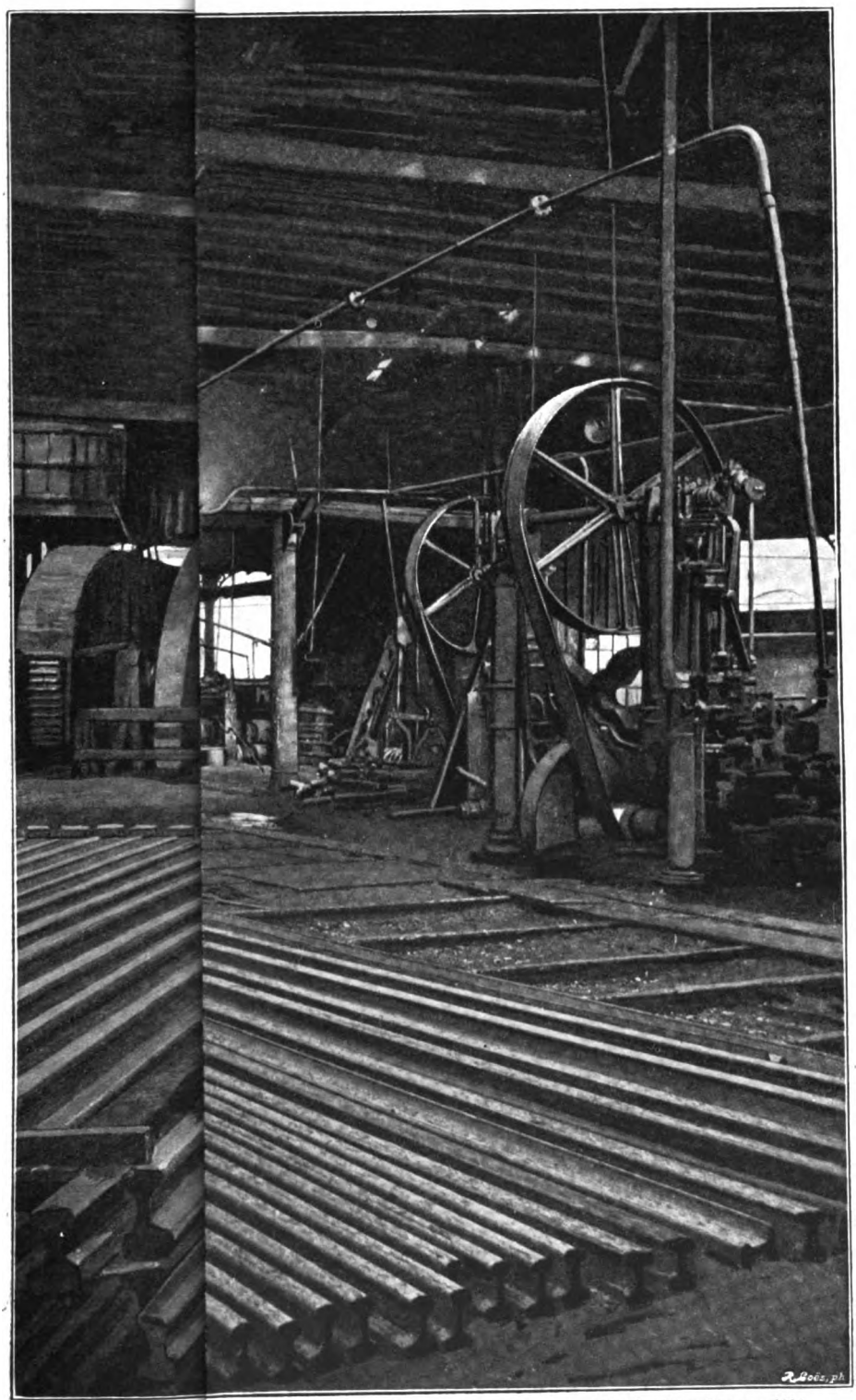


Wir s
von 3
Kuppe
einge
gefüh
sind d

sich hin
Die B
der re
masch
der S



gewi
prod
stahl
für
befin
beide
verbr



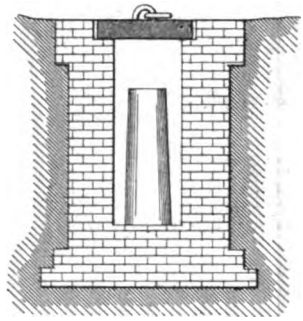
Leipzig, Otto Spamer, 1900.

t.

Digitized by Google

Digitized by Google

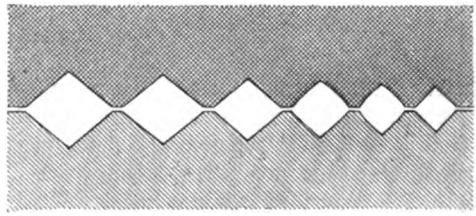
Zum wärmen der Ingots werden für derartige größere Walzwerke seit längerer Zeit in Amerika Rollöfen (Abb. 101 u. 102[5]) verwendet. Dieselben haben eine ziemlich stark geneigte Sohle und werden von einer kräftigen Flamme durchschlagen, die unten eintritt und den Ofen oben verläßt. Hier werden die Ingots aufgegeben, welche dann mit leichter Mühe, von den seitlich befindlichen Öffnungen aus, ab und zu der Flamme entgegengerollt werden, so daß sie dem Ofen an der Stelle der größten Hitze, dem Bedarf des Walzwerks entsprechend, entnommen werden können. Das wärmen der Ingots hat man seit einigen Jahren durch ein eigentümliches und doch recht einfaches Verfahren zum Teil unnötig gemacht. — Die frisch in die Coquillen gegossene Masse erstarrt zunächst nur an den Wänden und bleibt eine Zeitlang inwendig flüssig. Bringt man also einen Ingot (Block) zu früh zwischen die Walzen — oder unter den Hammer — so quetscht sich die innere weiche Masse heraus, und es gibt Ausschuß. Läßt man dagegen den Block einfach stehen, so wird er außen zu kalt. Man setzt ihn daher in eine Grube, sobald er transportfähig geworden ist, und schützt ihn auf diese Weise möglichst gegen Abkühlung. Der Erfolg ist der, daß sich die Abkühlung außerordentlich verlangsamt, wobei die Temperatur sich ausgleicht und die Masse durch und durch gleichmäßig warm wird. Man nennt diese Gruben (Abb. 103) daher auch Ausgleichgruben. Die Blöcke kommen also unmittelbar mit der Gießwärme zwischen die Walzen.



103. Wärmegrube.

Die außerordentlichen Fortschritte, welche die Schienenfabrikation in den letzten Jahren gemacht hat, kennzeichnet sich am besten an den Preisen. Für die Tonne Schienen wurde in Amerika bezahlt:

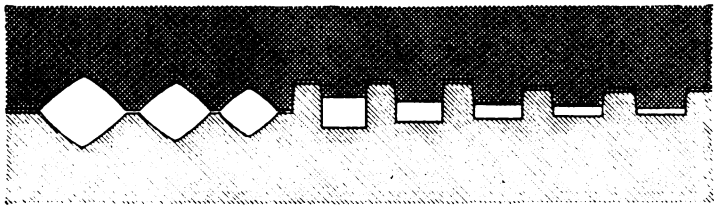
Im	Jahre	1866	3340	Mark
„	„	1877	1880	„
„	„	1880	1340	„
„	„	1885	560	„
„	„	1892	580	„
„	„	1898	380	„



104. Kaliber Quadrateisen.

Die Absicht, die Preise durch Bildung eines Ringes zu halten, scheiterte daran, daß das bedeutendste Werk, Carnegie, den Beitritt ablehnte.

Abb. 104[4]) zeigt die sehr einfache Folge der Furchen für Quadrateisen, welche eine jedesmalige Wendung um 90° erfordern und Spitzform zeigen. Nur die letzte Furche hat im Winkel genau 90°, erweitert sich aber etwas nach unten. Die Stange wird hier zweimal, mit Wendung um 90° durchgegeben.



105. Flacheisen.

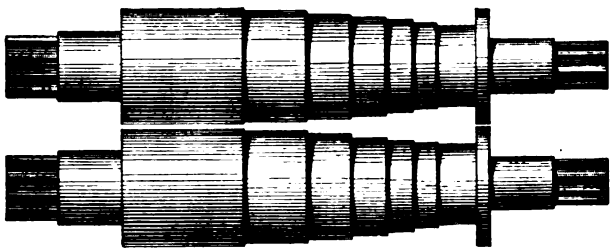
Auch das Flacheisen (Abb. 105[4]) beginnt mit dem Spitzkaliber und geht dann, ohne Wendung, durch die nur drückenden anderen Furchen. Statt der letzteren verwendet man auch sogenannte Staffelwalzen (Abb. 106[3]), welche jedoch naturgemäß keine scharfen Ecken geben.

---

[5]) „Stahl und Eisen", 1898.

Digitized by Google

Abb. 107[4]) endlich zeigt den Verlauf des walzens bei Herstellung des Walzdrahtes. Aus dem Vorwalzwerk gelangen die „Knüppel" in quadratischer Form, von etwa 5 cm Breite in die Feinwalzen, welche, wie die Abbildung zeigt, abwechselnd Oval- und Quadratkaliber enthält, die eine jedesmalige Wendung um 90° erfordern. Wir sehen auch hier in der Breite der je folgenden Kaliber die Höhe des vorhergehenden wiederkehren. So hat auch das vorletzte Kaliber die Höhe der Dicke des Walzdrahtes selbst, welche bei neueren Walzwerken bis zu 4 mm heruntergeht.*)



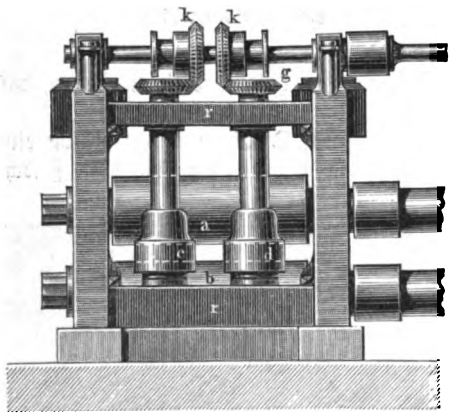
106. Staffelwalze.

Das Flacheisen erfordert bei scharf gewünschter Kantenbildung für jede Dimension eine besondere Furchenreihe, also im ganzen außerordentlich viel Walzen. Eine Erleichterung ist bereits durch die soeben genannte Staffelwalze geschaffen worden. Eine sehr gute weitere Aushilfe bietet hier das Universalwalzwerk von Daelen (Abb. 108[4]), welches aus zwei hintereinanderliegenden Flachwalzwerken — mit glatten Walzen — besteht, von denen jedoch das hintere senkrecht steht. Es ist klar, daß hier vermöge der Verstellbarkeit

107. Kaliber für Walzdraht.

beider Walzenpaare jedes rechteckige Profil innerhalb der durch die Verstellbarkeit gebotenen Grenzen gewalzt werden kann. Freilich ist hier die Herstellung durchaus scharfer Ecken — ähnlich wie bei der Staffelwalze, nicht zu erwarten, wenn schon dies Ziel durch die unmittelbare Folge annähernd erreicht wird.

Die namentlich bei dem in der Abb. 99 dargestellten sogenannten Doppel-T-Träger recht schwierig herauszubildenden Rippen haben neuerdings zu einem eigentümlichen Walzwerk geführt, welches gewissermaßen als ein Abkömmling des Daelenschen Universalwalzwerkes anzusehen ist, oder, wenn man will, zu einer Spezifikation desselben. Es ist dies das Sacksche Universal-Trägerwalzwerk, in den Grundlagen dargestellt durch Abb. 109**). Die Daelenschen Vertikalwalzen sind in die Ebene der Hauptwalzen gerückt und erhalten Profile, welche den auf einem Vorwalzwerk gewöhnlicher Art ausgebildeten Wulst niederdrücken und zu den gewünschten T-Rippen umbilden. Der Vorgang ist aus den Abbildungen a bis c leicht zu erkennen.



108. Universalwalzwerk nach Daelen.

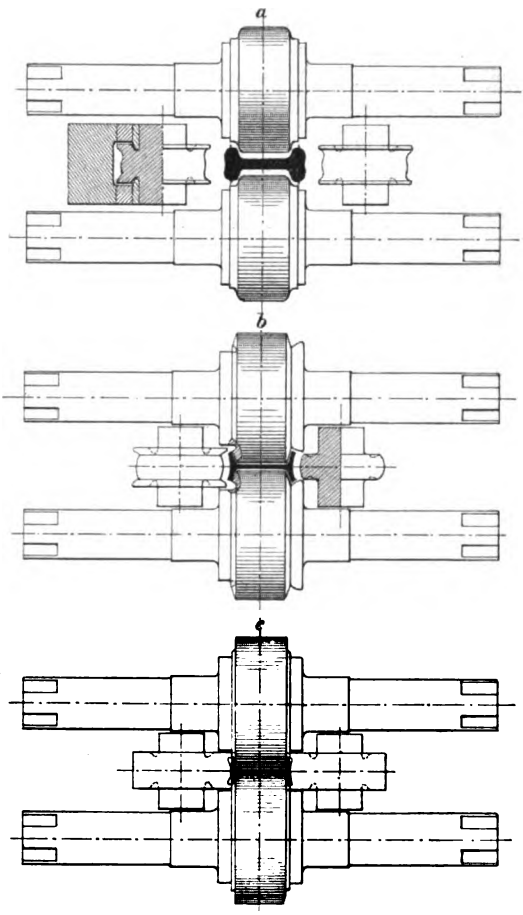
Eine neue Walzenordnung, die von Weber in Oberkassel, hat eine ganz wesentliche Verkürzung der Anlage zur Folge. Der Zwischenraum zwischen je zwei nacheinander

*) Nach dem Vorgange der Brüder Reinhardt und Max Mannesmann (siehe „Röhrenwalzen") hat Paul Delay neuerdings ein ganz anderes Walzsystem für Rundstücke vorgeschlagen, indem er die Walzstücke in der Längsrichtung der Walzen, die zu je 2—4 einander gegenüber angeordnet sind, durchgehen läßt. (Siehe „Stahl und Eisen", 1898, S. 698.)

**) „Stahl u. Eisen" 1898, S. 789.

Digitized by Google

arbeitenden Walzenständern, welcher sonst von den Kuppelungen eingenommen wird, kommt in Fortfall, so daß die Straßen dicht nebeneinander liegen. Weber richtet zwei parallele Achsenlinien ein, von denen, ähnlich wie beim Vierwalzwerk, zwei, im Grundriß (Abb. 110) mit a bezeichnet, vorn tief und die anderen, b, dahinter und hochliegen. Die ersteren laufen vorwärts, die letzteren rückwärts. Die im Grundriß nicht mit gezeichneten Kuppelungen erhalten also ihren Platz je vor oder hinter dem Walzenpaar der anderen Reihe. Die den Weg des Walzstückes darstellende Schlangenlinie wird in dem Maße der erwirkten Verkürzung der Anlage gedrungener und der Transport dadurch erleichtert. In ähnlicher Weise arbeitet das Walzwerk von Grey, („Stahl und Eisen" 1898, S. 1033, Vortrag des Herrn Direktor Max Meier [Micheville]: Die Fortschritte in den Walzwerkseinrichtungen).



109. Sackssches Universalwalzwerk.
a Vorwalzen. b Nachwalzen. c Fertigwalzen.

Blechwalzen. Wir unterscheiden hier als Mittelware das Kesselblech, dem als äußerste Grenzen einerseits das Feinblech und anderseits die Panzerplatte gegenüberstehen.

Das Material für Kesselbleche ist entweder Schweißeisen oder Flußeisen.

Das Schweißeisen gelangt in Form von Paketen unter die Walzen, welche in der Regel aus kreuzweise übereinander gelegten Rohschienen bestehen, wie sie das Puddelwerk liefert. Zum abdecken werden oben und unten noch bereits geschweißte Bleche verwendet. Das Paket wird schweißwarm angefahren und, wenn es nicht mehr als etwa 500 kg beträgt, in einer Hitze fertig ausgewalzt. Bei größeren Paketen muß das Walzstück noch einmal, event. noch öfter, in den Schweißofen wandern.

Statt der Paketierung, welche wohl zu unvollkommener Schweißung, Blasenbildungen und dadurch unganzen Stellen, namentlich bei kohlenstoffreicherem Material, Anlaß gibt, entnimmt man die Pakete direkt dem Puddelofen, nachdem dieselben unter dem Hammer zu sogenannten Bremmen (auch Brammen genannt) vorgeformt worden. Indessen wird hier der Größe gegenüber bald eine Grenze gebildet. Und auch bei diesem Verfahren bleibt der Anlaß zur Blasenbildung bestehen, indem der Sauerstoff der Schlacke mit dem Kohlenstoff des Eisens Kohlenoxydgas bildet, welches dann zu kleinen Blasenbildungen und damit zu Materialtrennungen führt.

Das Flußeisen gelangt als Ingot*) unter die Walze, welchem gleich die zum walzen geeignete flache Form gegeben wird.

Die Walzrichtung wird zuerst, so oft es geht, geändert, so daß die Walzungen in rechtwinkeliger Kreuzung verlaufen. Erst wenn die Länge des Walzstückes die Walzbreite

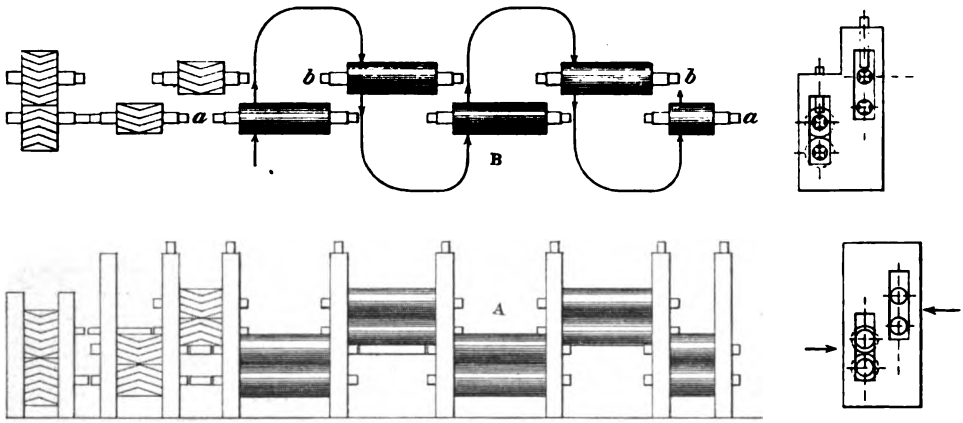
*) Siehe auch die Beschreibung der Ausgleichgrube (Abb. 103).

Digitized by Google

übertrifft, wird naturgemäß die Walzrichtung beibehalten. Die Festigkeit der Bleche fällt in dieser Richtung etwas größer aus.

Während in den bisher besprochenen Fällen ein nachstellen während des walzens in der Regel nicht erforderlich ist, weil die Furchenfolge für die erforderlichen Dimensionen sorgt, muß bei den Blechen ein dauerndes nachstellen mit dem Walzprozeß Schritt halten; die Preßschrauben an den Walzenständern werden nach jedem Stich nachgedreht. Dies muß natürlich, namentlich bei dem fertigwalzen, auf beiden Seiten sehr gleichmäßig geschehen. Um die Gleichmäßigkeit zu sichern, werden die beiden Preßschrauben durch Kegelräder, Zahnstangen- oder Schneckenantrieb miteinander verbunden, so daß die Drehung nur an einer Stelle zu erfolgen braucht und trotzdem eine durchaus gleichmäßige wird. Um dem ungeheuren Druck Rechnung zu tragen, welcher die Walzen durchzubiegen bestrebt ist, werden dieselben oft ein wenig ballig gedreht.

Die Breite der Kesselbleche, die übrigens nicht nur zu Kesseln, sondern auch vielfach zu Reservoiren, Brückenträgern u. s. w. Verwendung finden, beträgt in der Regel etwa 1 m, geht jedoch neuerdings wesentlich weiter. Die Walzen erhalten dann eine außerordentliche Stärke, z. B. für eine Walzbreite von 2 m einen Durchmesser von 0,66 m bei 2,44 m Länge. Die Blechstärke liegt für diese Bleche zwischen 5 und 18 mm. Das Feinblech — Schwarz-



110. Webers Walzwerkanordnung. A Seitenansicht. B Oberansicht.

oder Sturzblech — wurde früher ebenfalls aus Schweißeisen gefertigt und zwar aus doppelt geschweißten Flachstäben. Diese wurden in Stücke zerschnitten und zunächst quer durchgewalzt, also gebreitet. Es geschieht dies auf besonderen Vorwalzwerken, Sturzwalzwerke genannt, denen nach vorherigem glühen das Fertig- oder Schlichtwalzwerk folgt. Neuerdings ist dem Schweißeisen das Flußeisen an die Seite getreten, dessen Herstellung das auswalzen zu größter Feinheit, bis zu 0,1 mm, nunmehr gestattet. Die hierzu verwendeten Ingots haben bereits eine flache Form, so daß das vorwalzen gegenüber dem Schweißeisen wesentlich beschränkt wird.

Sehr dünne Bleche werden ein-, häufig auch mehrmals gedoppelt. Es geschieht dies einerseits der sonst entstehenden übergroßen Länge der Tafel wegen, als auch um die erforderliche Feinheit zu erzielen, ohne die bei diesen Grenzen außerordentlich feine Nachstellung zu benötigen.

Um den Blechen einen schönen Glanz zu geben, werden sie zuletzt nur dunkelrot unter die Walzen gebracht, welche zudem gut poliert sind. Hierbei muß noch eine besondere Vorsicht geübt werden, wegen aufliegender Fremdkörper, wie Glühspan, Schlackenteile u. s. w., was durch schnelles abfegen mit Besen kurz vor dem Stich bewirkt wird. Diese Bleche führen auch den Namen Glanzbleche.

In Rußland werden diese Bleche zwischen dem walzen unter schweren Hämmern mit hochpolierter Bahn gehämmert, wobei auch wohl bereits fertige Glanzbleche zwischengelegt werden.

Digitized by Google

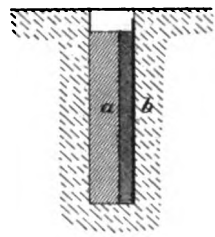
Digitized by Google

Digitized by Google

Das Walzen der Panzerplatten.

Die Panzerplatten erfordern naturgemäß mächtige Walzwerke, welche mit überaus kräftigen Transportmitteln versehen und außer den je für sich durch Maschinenkraft zu bethätigenden Rolltischen mit gewaltigen Kranen für die Bewegung der Platten ausgestattet sind. Beide Systeme, sowohl Zwei- als auch Dreiwalzwerke finden hier Verwendung.

Das für Panzerplatten verwendete Material ist heute ausschließlich Flußeisen von hohem Kohlenstoffgehalt, oder Flußstahl. Denn das puddeln war nicht imstande, den ungeheuren Fortschritten der geforderten Massen zu entsprechen. — Das dem Martinofen entstammende Eisen wird in flache Formen gegossen, so daß es direkt, noch in seiner ersten Wärme, zwischen die Walzen gelangen kann. — Um die Widerstandsfähigkeit zu erhöhen, hat man bekanntlich in der Neuzeit Nickel hinzugefügt. Diese Nickelstahlpanzerplatten bestehen aus Stahl mit etwa 0,3 bis 0,4 % Kohlenstoff und 3,25 bis 3,5 % Nickel, welches letzteres in flüssigem Zustande vor dem ausgießen zugesetzt wird. Ferner hat man auch die Platten verstählt. Solche stahlplattierten Panzerplatten wurden früher durch auflegen von Stahlplatten auf die Eisenplatte im schweißwarmen Zustande und sofortiges durchwalzen hergestellt. Heute wird die als Hinterlage dienende Eisenplatte a (Abb. 111) aufrecht in die Gießgrube gestellt, der gegenüber sich die sogenannte Deckplatte b befindet. Beide Platten sind hocherhitzt in diese Lage gebracht worden, worauf der flüssige Stahl hineingegossen wird. Sobald die nötige Abkühlung und damit die weitere Bearbeitungsfähigkeit eingetreten ist, kommt das Stück zwischen die Walzen.



111. Gießgrube für verstählte Panzerplatten.

Auch ein einseitiges Zementierverfahren (Harvey) führt zum Ziel, indem das Gußstück, mit Holzkohle u. s. w. bedeckt, 1—2 Wochen lang geglüht wird. Auch Leuchtgas, unter Luftabschluß über die glühende Platte geleitet, wird verwendet.

Die größten Panzerplattenwalzwerke auf dem Kontinent befinden sich in Essen (Krupp), Dillingen, Longwy und Wittkowitz.

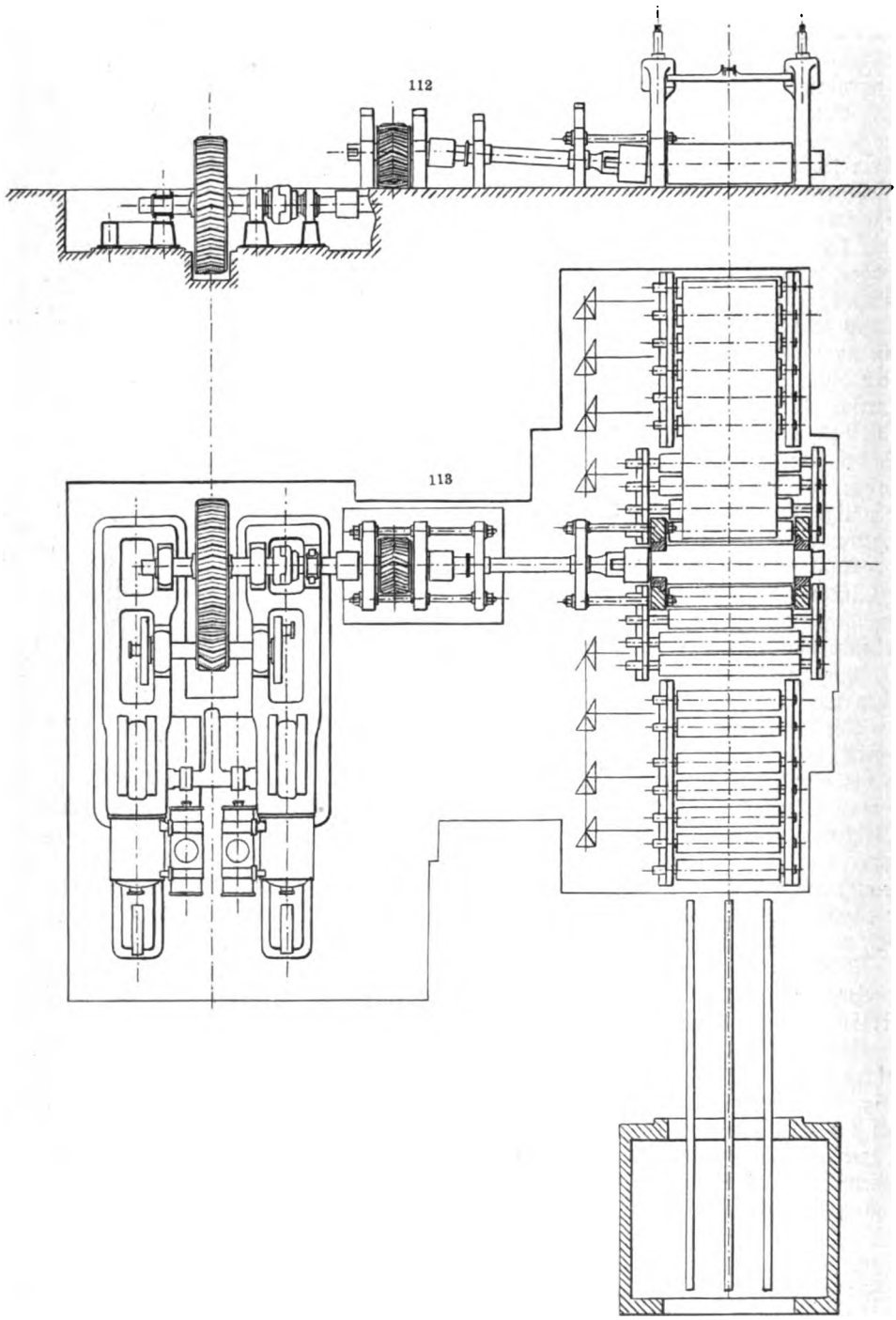
Die Abb. 112, 113 u. 114 dieses Kapitels geben uns einen Begriff von dem mächtigen Kruppschen Panzerplattenwalzwerk, welches eine Platte von 8,20 m Länge und 3,13 m Breite bei einem Gewicht von 62,3 t zu walzen imstande ist. Eine solche Platte war im Jahre 1893 auf der Weltausstellung in Chicago vorgeführt worden. Die Ballenlänge der Walzen beträgt 4 m und der höchste anwendbare Abstand derselben voneinander 1,3 m. Die Kammwalzen besitzen bei der außerordentlichen Breite von 1 m einen Durchmesser von 1,74 m. Noch mächtiger sind die ebenfalls mit Winkelzähnen ausgestatteten Antriebsräder zwischen Maschine und Walzwerk, welche bei gleicher Breite 1,265 und 4,2 m Durchmesser besitzen.

Die nächst größten Walzen sind, soweit bekannt, in Wittkowitz zu finden mit einem Durchmesser von 1 m und 3,6 m Ballenlänge (Länge ohne Zapfen). Die Walzen in Dillingen haben $3\frac{1}{2}$ m Länge bei 0,95 m Durchmesser.

Unsere Tafel stellt ein Dreiwalzwerk für Panzerplatten dar, welches vor wenigen Jahren in den Stahlwerken zu Longwy in Betrieb gesetzt worden ist. Dasselbe ist gleichzeitig als Universalwalzwerk ausgeführt und besitzt daher neben den horizontalen Walzen noch 4 vertikale, welche für glätten der Seitenkanten zu sorgen haben. Die Mittelwalze ist, wie in der Abb. 112 gezeigt und aus der Seitenansicht der Tafel zu ersehen ist, nur Schleppwalze. Sie wird auf hydraulischem Wege gehoben und gesenkt und erhält ihre Bewegung, wie oben erläutert, lediglich von dem Walzstück und von der Oberwalze aus*).

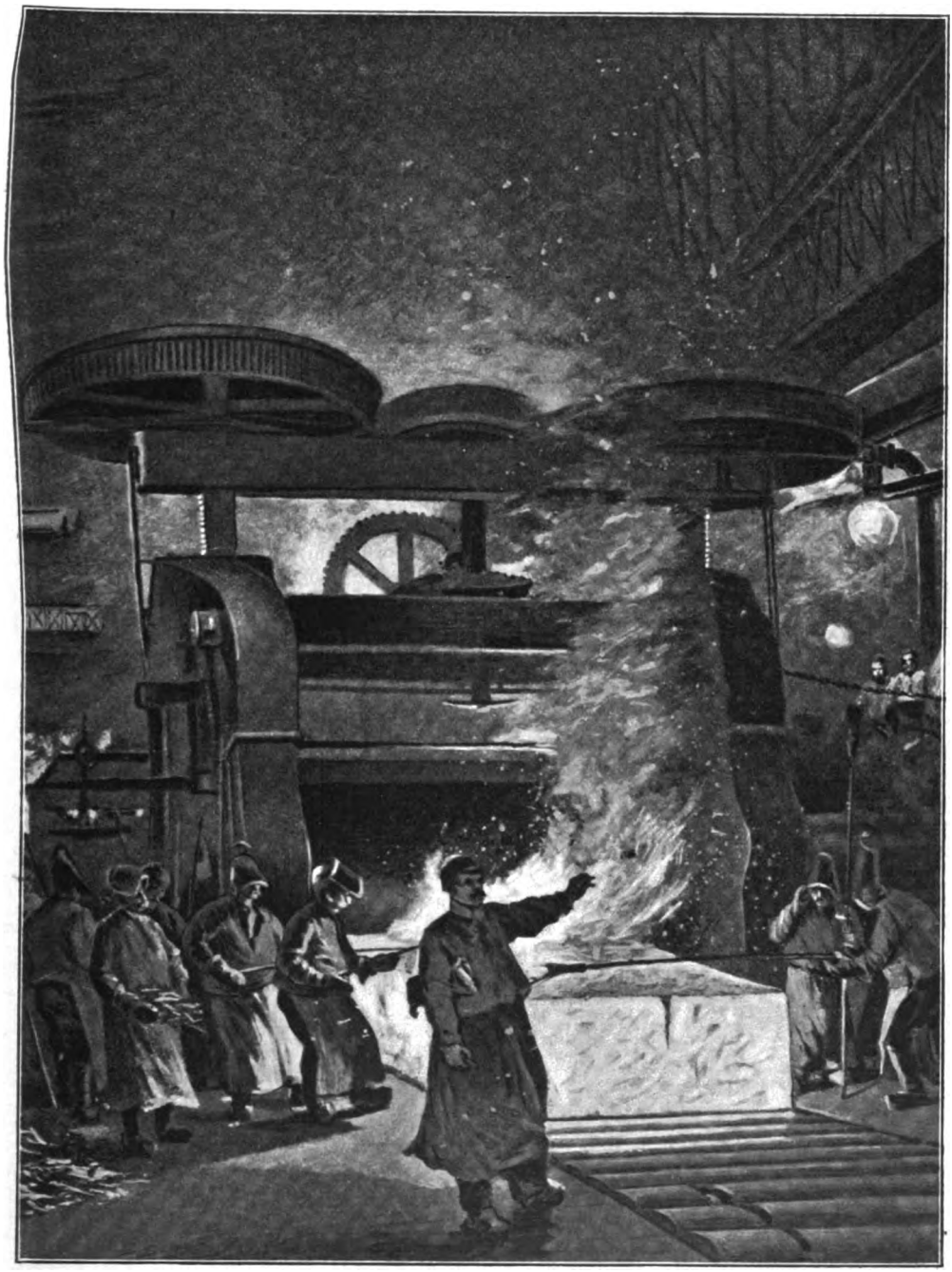
*) Es würde den Zweck dieser Darstellungen weit überschreiten, wenn wir noch weiter auf die diesbezüglichen Schaffungen der Neuzeit eingehen wollten. Denjenigen, welche sich für dieses Gebiet noch weiter interessieren, möge das Studium der Zeitschrift Deutscher Eisenhüttenleute, „Stahl und Eisen" empfohlen sein u. a.: Die Tandem-Reversiermaschine von Ingenieur C. Kiesselbach, St. und E. 1898, Nr. 18 sowie: Über die Fortschritte in den Walzwerkseinrichtungen von Direktor Lantz-Remscheid, St. und E. 1898, Nr. 21, dessen Darstellungen auch der Rollwärmofen (Abb. 101 u. 102) entnommen ist.

Digitized by Google



112 u. 113. Panzerplattenwalzwerk von Fried. Krupp in Essen.
112 Ansicht von vorn. 113 Ansicht von oben.

Digitized by Google



114. Das Walzen einer Panzerplatte in der Gußstahlfabrik von Fried. Krupp in Essen.

Digitized by Google

Wir geben im folgenden die Schilderung wieder, mit welcher Professor Dr. Friedrich C. G. Müller in seinem klassischen Werk „Krupps Gußstahlfabrik", dem wir die Abb. 114 entnommen haben, das walzen einer Panzerplatte beschreibt:

„Wir haben uns zur festgesetzten Stunde eingefunden. Das Walzwerk läuft bereits langsam leer um. Bald hebt sich die Ofenthür, und die Sohle mit allem, was darauf liegt, kommt hervor, eine wahrhaft vulkanische Glut ausstrahlend. Die gelbglühende Platte liegt auf niedrigen Klötzen aus feuerfesten Steinen. Sofort werden vier Haken hinter ihre Ecken gelegt, die mit Ketten an einem der großen Laufkräne hängen. Eine Minute darauf schwebt die Platte wie eine ungeheure Wagschale empor und bewegt sich zum Rollgang des Walzwerks, während die Ofensohle wieder an ihren Platz zurückgeht. Die Bramme ist von derselben Art, wie wir sie vorhin gießen sahen. Man schätzt ihre Größe etwa auf die eines großen Kleiderschrankes; in Wahrheit ist sie 3 m lang und breit und $^3/_4$ m dick. Der Walzprozeß vollzieht sich ganz automatisch. Ein halbes Dutzend kleiner selbständiger Hilfsmaschinen besorgt alle Nebenarbeiten: Den Antrieb der Rollgänge, die Bewegung der Pumpen und Winden, die Umdrehung der Schrauben zum näherstellen der Walzen. Ohne Rast wandert die Platte hinüber und herüber. Ab und zu wird sie gedreht, bis sie fast 4 m breit ist. Darauf geht sie in der Längsrichtung. Der weithin sichtbare Zeiger verrät uns, daß die Oberwalze nach jedem Durchgange nur um einige Millimeter niedriger gestellt wird. Die Platte muß also, bevor sie auf die vorgeschriebene Stärke von 300 mm herabgebracht ist, mehr als 100 mal hin und zurück, worüber etwa eine halbe Stunde vergeht. Eine für den Zuschauer sehr unterhaltende Produktion ist die Beseitigung des Glühspans. Man wirft große Reisigbündel auf die Platte, welche mit unter die Walze kommen, wobei jedes Stück wegen seines Wassergehaltes eine laute Explosion verursacht. Das gibt ein Geknatter, wie das Schnellfeuer eines ganzen Regiments. Dabei brechen große Flammen unter der Walze hervor, und glühende Kohlenstückchen werden zu Tausenden umhergeschleudert."

Als Gegenstücke hierzu mögen hier die *längsten Walzstücke* erwähnt werden, die wohl jemals fertig wurden. Es sind das die 1897 in Stockholm ausgestellten Bandeisen. Eins derselben besaß nach dem Prometheus (1898) 699 m Länge bei einem Querschnitt von 238 zu 0,48 mm und einem Gewicht von 524 kg. Ein anderes Band besaß 1287 m Länge, 70 mm Breite und 0,08 mm Dicke, bei einem Gewicht von 19,5 kg. Hieran schloß sich die „größte Bandsäge der Welt" mit 65 m Länge, 355 mm Breite und 307 kg Gewicht, nebst einem aus einem Eisenknüppel von $3^1/_2$ m Länge, 230 mm Breite und 130 mm Dicke gewalzten Band von 89 m Länge, 240 mm Breite und 4,1 mm Dicke bei einem Gewicht von 563 kg.

Das Ringwalzwerk.

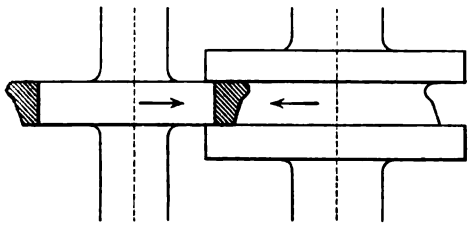
Während wir es bei den bisherigen Walzwerken mit einer meist ziemlich begrenzten Walzlänge zu thun hatten, besitzen die Ring- oder *Bandagenwalzwerke* die Fähigkeit, an sich unbegrenzt, fortlaufend zu arbeiten. Das Walzstück ist zu diesem Behufe zu einer gelochten Scheibe oder Platte vorgearbeitet, welche über die freitragend gelagerte, stets glatte Hauptwalze gestreift wird.

Wedding unterscheidet folgende Walzarten:

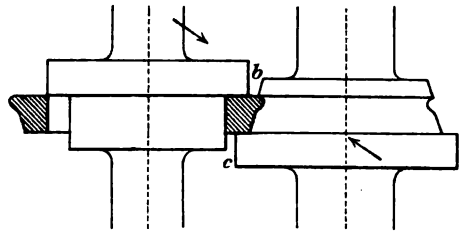
I. a) Mit zwei Walzen. Der Ring liegt auf der glatten Walze und wird von einer profilierten (Abb. 115[4]), mit versenktem Kaliber versehenen Walze geformt. b) Mit zwei Walzen und schräger Anstellung. Es erhalten auf diese Weise auch die flachen Seiten des Ringes Walzdruck, wenn auch nicht in ihrer ganzen Ausdehnung (Abb. 116). Die Richtung der Anstellung (des nachstellens) ist durch den stark gezeichneten Pfeil angegeben.

II. Mit drei Walzen. — a) Die Formwalze arbeitet senkrecht zu den Achsen, während eine dritte Walze (Abb. 117) in Verbindung mit dem Rand derselben für die Seitenflächen sorgt. b) Die Achse der Formwalze liegt schräg zur Hauptachse, wobei wieder die beiden unter I angedeuteten Unterschiede zu machen sind, je nachdem die schräge Achse senkrecht zu sich selbst (Abb. 118) oder senkrecht zur Hauptachse angestellt wird. Letzteres ist das System *Daelen* (Abb. 119).

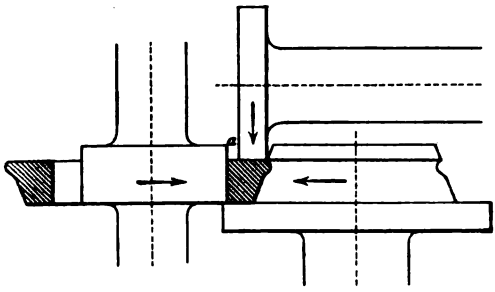
Digitized by Google



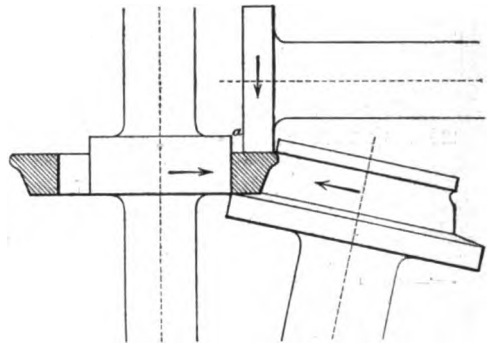
115 Mit zwei Walzen und senkrechtem Druck.



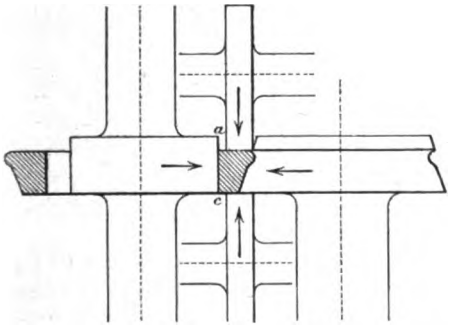
116 Mit zwei Walzen und schrägem Druck.



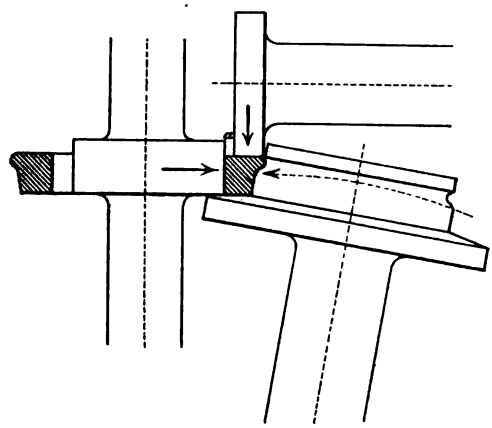
117 Mit drei Walzen und senkrechtem Druck.



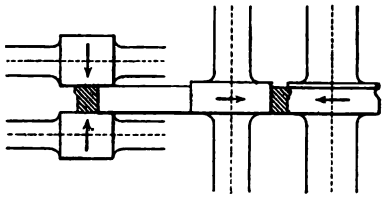
118 Mit drei Walzen und schrägem Druck.



120 Mit vier Walzen, gleichzeitig wirkend.



119 Mit drei Walzen und schwingender Lagerung der schrägen Walze.



121 Mit vier Walzen, nacheinander arbeitend.

115 bis 121. Bandagenwalzen.

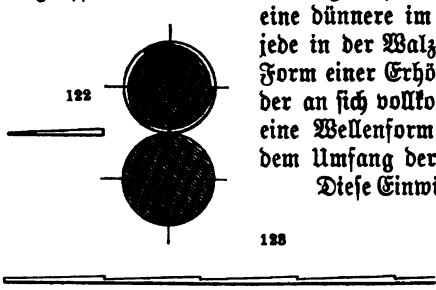
Digitized by Google

III. Mit vier Walzen. Zur Hauptwalze und Formwalze der Abb. 115 treten von unten und oben je eine glatte Walze für die flachen Seiten. Hier ist wiederum eine Trennung möglich, je nachdem diese beiden Walzen unmittelbar in derselben Walzebene arbeiten, wie die anderen (Abb. 120), oder, wie beim Universalwerk, an einer entfernteren Stelle, hier wohl zweckmäßig gegenüber, wie in Abb. 121 angegeben ist. — Außer diesen Verschiedenheiten in der Anbringung der Walzen unterscheidet man noch Ringwalzwerke mit horizontaler und solche mit vertikaler Achse.

In allen Fällen geht dem walzen die Dampfhammerarbeit voran. Der Block wird mit dem Spitzdorn, also ohne Materialverlust, gelocht, dann aufgetrieben und über dem Dorn erweitert, bis der innere Durchmesser dem der Hauptwalze entspricht. Unsere Tafel S. 56 zeigt uns das Bandagenwalzwerk der Rheinischen Stahlwerke zu Ruhrort: Im Hintergrund die Wärmöfen und davor die beiden übereinanderliegenden, mit den Kopfenden vorragenden Walzen, auf deren unterer sich der zu walzende Ring befindet; die Walzen sind nicht zusammengestellt, also nicht in Thätigkeit. Ein zweites Walzwerk dieser Art befindet sich weiter vorn und noch etwas vor diesem die hydraulische Zentriermaschine, eine mit Sektoren versehene dreigeteilte schwere Platte, deren Teile mit gewaltiger Kraft auseinandergehen und so den darübergestreiften Ring, die Bandage, endgültig ausrichten.

Figurenwalzen.

Die Hauptbedingung für die gute Arbeit der bisher besprochenen Walzen ist die möglichst vollkommene Rundung derselben. Jede etwaige dickere Stelle der Walze würde eine dünnere im Walzstück hervorbringen, und umgekehrt würde jede in der Walze befindliche Vertiefung sich an dem Walzstück in Form einer Erhöhung kennzeichnen. Selbst eine exzentrische Lage der an sich vollkommen runden und glatten Walze wird sich durch eine Wellenform am Walzstück bemerkbar machen, deren Länge dem Umfang der Walzen gleichkommt.



122 u. 123. Fabeleisenwalzen.

Diese Einwirkung unrunder Walzen hat sich selbstverständlich sofort gezeigt; ja, es ist anzunehmen, daß der erste Verfertiger einer Walze diese Eigenschaft vorhergesehen und sich bemüht haben wird, gleich ein recht rundes und glattes Stück herzustellen. Und so lag denn auch der Gedanke recht nahe, absichtlich Walzstücke mit diesen oder jenen regelmäßigen oder unregelmäßigen Vertiefungen oder Erhabenheiten hervorzubringen, die Walzen also entsprechend dazu vorzubereiten.

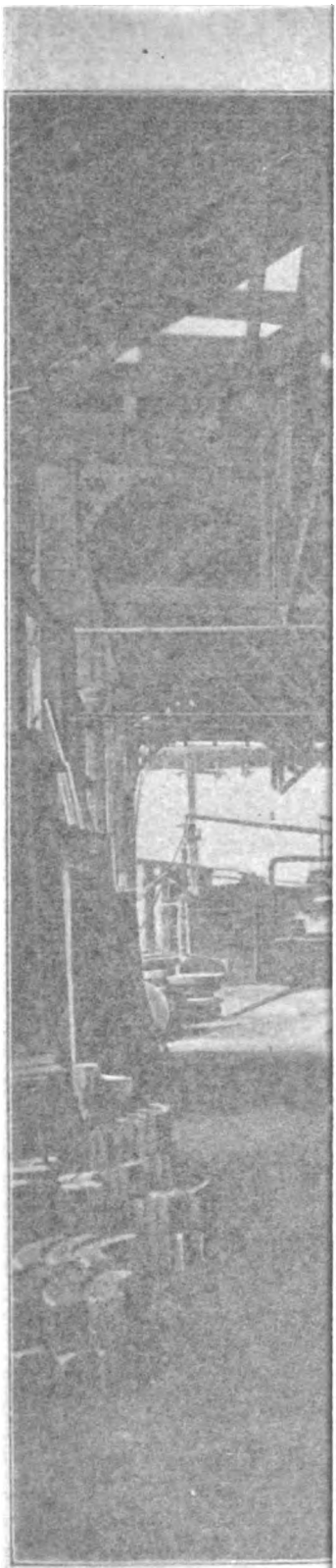
Auch ist man sehr früh auf diese Nutzanwendung gekommen. Schon die alten Münzenmacher walzten ihre Metallstreifen nicht nur glatt aus, sondern verliehen ihren Erzeugnissen in einer letzten Walzung bereits das Gepräge. Ein sehr ausgedehnter Gebrauch wird hiervon bei modernen Schienen- und Trägerwalzen zum zeichnen derselben gemacht; in die Fertigwalze ist die Firma u. s. w. vertieft eingearbeitet, so daß die Schiene so oft dieses Zeichen, erhaben, erhält, als der Umfang der Walze in die Schienenlänge hineingeht. Auch das anwalzen von Spitzen ist, wie wir S. 36 besprochen, schon früh durchgeführt worden; und so ist es wohl selbstverständlich, daß auch die Neuzeit vom unrunden oder Figurenwalzen Gebrauch macht.

Wir unterscheiden das gleichmäßig fortlaufende, das Einzel-Figuren- und das Unrundwalzen.

Das fortlaufende Figurenwalzen findet statt, wenn die Walze sich dauernd dreht und eine Stange erzeugt, welche, wie soeben beim Schienenzeichnen angedeutet worden, eine größere Anzahl gleichmäßig wiederkehrender Umformungen, Eindrücke aufweist.

Die völlige Gleichförmigkeit der eingravierten Figuren ist dabei nicht einmal immer beabsichtigt. Man walzt Stahlstangen, welche mit Hammerschlägen ähnlichen, unregelmäßigen Eindrücken versehen werden und auf diese Weise beim Walzstück den Eindruck

Digitized by Google



Das Ban

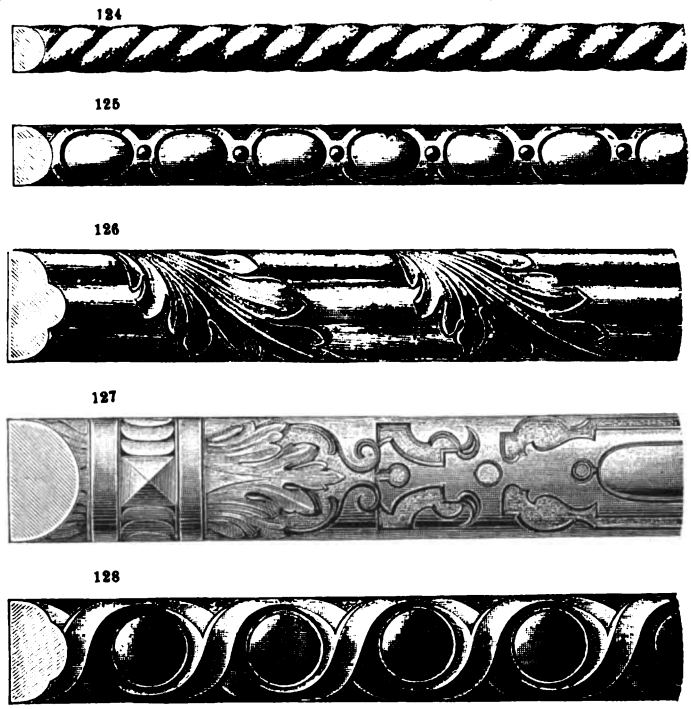
Digitized by Google

Digitized by Google

hervorrufen, als ob die Stange unter dem Hammer gereckt sei. Hier kann die beabsichtigte Unregelmäßigkeit sich natürlich nur auf eine Länge gleich dem Walzenumfang erstrecken. Da indessen die Stangen doch, behufs ihrer Versendung, in kürzere Stücke zerschlagen werden, so ist die Täuschung häufig eine vollendete.

Dieser Weg ist neuerdings zu einer großen Vollkommenheit geführt worden durch die Firma **Mannstädt & Co.** in Kalk, welche **Zierstäbe** der geschmackvollsten Art durch walzen herstellt. Wir geben in den Abb. 124—131 einige Beispiele dieses neuen Industriezweiges. Die Stangen werden vom Bauschlosser namentlich für Eisenbauten verwendet und liefern oft überaus geschmackvolle Verzierungen.

Vielfach werden die Stangen genau der Periode gemäß zerschnitten, um so gewalzte Formstücke massenweise zu liefern. Auf diese Weise werden Hobeleisen (Abb. 122 u. 123), Hakennägel u. s. w. vorgewalzt, so daß nur noch eine geringe oft auch noch mechanische Bearbeitung erforderlich ist, um das Stück fertigzustellen, und so eine ganz erhebliche Handarbeit erspart, ein wesentlich billigerer Preis erzielt werden kann.



124 bis 128. Zierstäbe von C. Mannstädt & Co. in Kalk.

Die höchste Vollendung in der Ausnutzung der Walzen finden wir in der erst in der jüngsten Zeit ins Leben getretenen **Kettenwalzerei**, auf welche wir bei dem Kapitel von der Fabrikation der Ketten noch besonders zurückkommen werden.

Eine weitere Verwendung findet dann das Figurenwalzen als Einzelwalzen zur Fabrikation von **Löffeln, Gabeln** und **ähnlichen Artikeln**, bei denen oft, wie bei den Blechlöffeln, nur ein durchpressen stattfindet, das vorgelegte Rohmaterial also Blech sein kann. Die Fabrikation der Löffel auf diesem Wege ist bereits in früheren Zeiten betrieben worden. In der Regel werden sie also keine Stangen, sondern nur entsprechend kurze Blechstäbe aufgeben.

Diese Benutzung der Walzen zum durchpressen von Blech, was auch auf kaltem Wege geschehen kann, führt noch auf eine andere Fabrikation, das **Profilwalzen**, wo es sich darum handelt, Blechstreifen der Länge nach in irgend eine Form zu bringen. Abb. 132 zeigt, wie aus einem schmalen Streifen Stahlblech ein u-förmiger Stab gewalzt werden kann (Paragondraht für Regenschirmgestelle). Hier findet nur ein im vorliegenden Fall zweistufiges durchdrücken, erst von a zu b und dann von c zu d statt. Ähnliches finden wir beim Wellblechwalzen, wo die einzelnen Wellen nach- und nebeneinander gewalzt werden, so daß das zu verwendende Material stets von der ungewalzten Seite her herangezogen wird, wie die Abb. 133 u. 134 angeben. Eine Dehnung wird hier dem Material nur in sehr geringem Maße zugemutet. Sollen Profile gewalzt werden, bei denen mehrere Vertiefungen zu gleicher Zeit entstehen sollen, so muß eine Vorarbeit in

Digitized by Google

dem Sinne vorhergehen, daß das erforderliche Material bereits in den richtigen Walzebenen liegt, so daß nur noch die genaue Formung erforderlich wird. Abb. 135 gibt eine solche Vorformung an, bei der die Walzen locker genug gehen, um das Blech seitlich zuschießen zu lassen, während Abb. 136 zeigt, wie das so vorgeformte Blech in das richtige Profil gebracht wird. Die weitere Ausbildung dieser Methode der Blechbearbeitung finden wir in dem Kapitel Klempnerei unter dem Namen Sicken und Bördeln.

Das Unrundwalzen.

Das periodische Figurenwalzen oder schlechtweg Unrundwalzen beruht auf einer derartig unrunden Form der Walzen oder wenigstens der einen derselben, daß zwischen ihnen entweder durch exzentrische Lagerung (Abb. 137) oder exzentrische Ausarbeitung (Abb. 138) eine Lücke entsteht, welche zum einstecken des Walzstückes benutzt werden kann. Auch hier haben wir es wieder mit zwei Richtungen zu thun, je nachdem die Walzen gleichmäßig umlaufen, oder, nach Art der Kehrwalze, ihre Bewegungsrichtung periodisch ändern und, da naturgemäß diese Umkehrung mindestens nach jeder vollen Umdrehung, oft auch früher stattfinden muß, eine hin- und hergehende, oscillierende Bewegung besitzen.

129

130

131

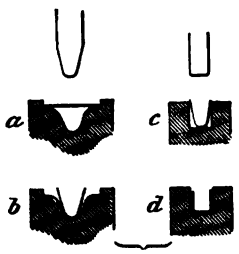
129 bis 131. Bierstäbe von L. Mannstädt & Co. in Kalk.

Ein Beispiel hierfür ist das anspitzen, welches an verschiedenen Orten und in verschiedener Weise durch walzen bewirkt wird. In den Drahtwalzwerken wird die Fabrikation des Walzdrahtes durch ein anspitzen — behufs des späteren ziehens — durch oscillierende Walzen (Abb. 138) bewirkt. Der Arbeiter steckt das Ende in dem Moment zwischen die Walzen, wo dieselben die oben erwähnte Lücke zeigen, worauf die Walzen packen und den Draht angespitzt zurücktreiben. Die Walzung vollzieht sich also während derjenigen Periode, in welcher sie sich entgegengesetzt, wie üblich, drehen.

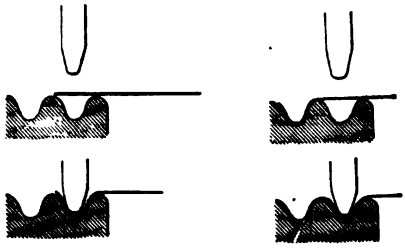
Häufig wendet man hier mehrere nebeneinander liegende Kaliber an und fertigt die Spitze dann in mehreren Walzungen nacheinander. Anderseits werden Drahtspitzen auch dadurch erzeugt, daß man ähnlich, wie oben angegeben, kalibrierte Walzen gleichmäßig umlaufen läßt, aber wieder in entgegengesetztem Sinne, so also, daß der Draht dem Arbeiter zuläuft, der ihn dann einsteckt, wenn die Walze die Lücke zeigt (Abb. 137). Das entgegengesetzte Laufen hat hier den Zweck, zu verhüten, daß das Walzstück bei einem Versehen noch tiefer hineinkommt, also zweimal gewalzt wird, sowie irgend einem Unglück — hineingeraten der Finger — vorzubeugen. In dieser Weise werden zum Teil auch die Fahrradspeichen behandelt.

Digitized by Google

In ganz ähnlicher Weise geht das Klingenwalzen vor sich, das also gar nichts weiter ist, als das ausgebildete Spitzenwalzen. Die Abb. 139 u. 140 stellen ein solches Walzwerk in seinen Grundzügen dar. Die erste Abbildung zeigt den Moment, wo der Arbeiter eben die glühende Stange Stahl eingelegt hat, und die folgende stellt die Walzenstellung bei Beendigung des Prozesses dar.

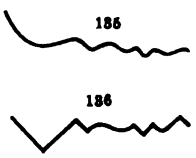


132. Streifenwalzen.



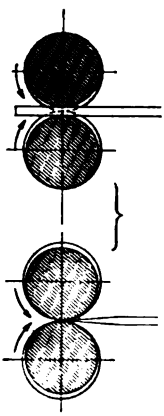
133 u. 134. Wellblechbildung.

Walzen dieser Art sind sehr kostbar, schon ihrer durch die Länge der Klinge gebotenen großen Durchmesser wegen. Um die Materialkosten zu mäßigen und namentlich, um die Gravierarbeit zu erleichtern, sowie endlich, um ein Walzenpaar für die verschiedensten Walzformen verwenden zu können, werden die Formstücke — Walzbacken — für sich in Stahl angefertigt und auf die Walzen aufgelegt, die dann aus Gußeisen gefertigt werden können. Diese Zusammensetzung der Walze ist in den eben besprochenen Abbildungen zu erkennen.

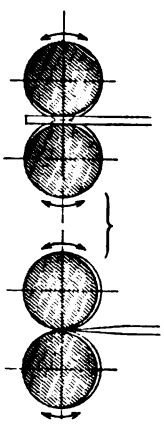


135 u. 136. Profilwalzen.

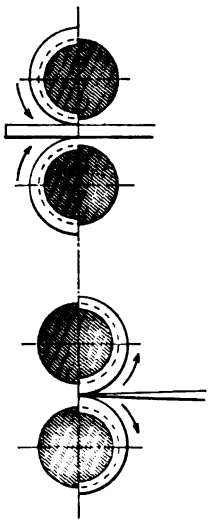
Bei diesen Walzen ist das Gesenk, wie man es gut nennen kann, also die von dem Walzstück auszufüllende Höhlung, in die Walze oder einen dazu bestimmten aufgelegten, also auswechselbaren Teil derselben eingearbeitet. Man kann auch einen anderen Weg verfolgen und das Gesenk in einen Tisch



137. Spitzenwalzen rotierend.



138. Spitzenwalzen oscillierend.



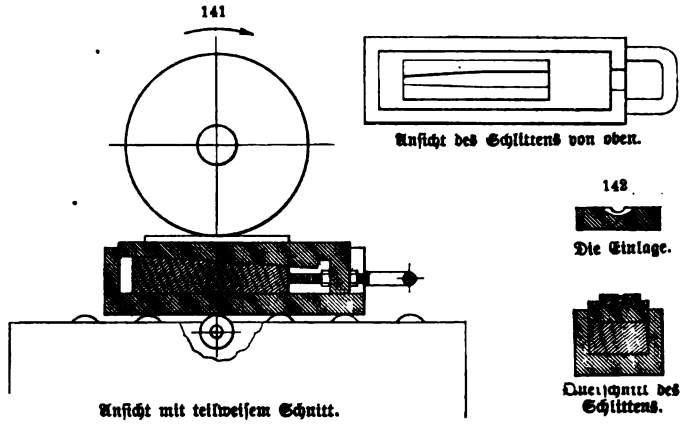
139 u. 140. Klingenwalzen.

verlegen, der die Unterwalze zu ersetzen hat. Es geht dies ohne weiteres dann, wenn die obere Fläche des Walzstückes glatt bleiben soll, wie z. B. bei der halbrunden Feile. Hier liegt das Walzstück (Abb. 141 u. 142) auf einer Gesenkplatte, welche auf Rollen, durch Keilvorrichtung verstellbar, läuft und von der Walze durchgezogen wird. Dieselbe ist einfach rund. Der auf die angegebene Weise gebildete Walzwagen wird, wie jedes

Digitized by Google

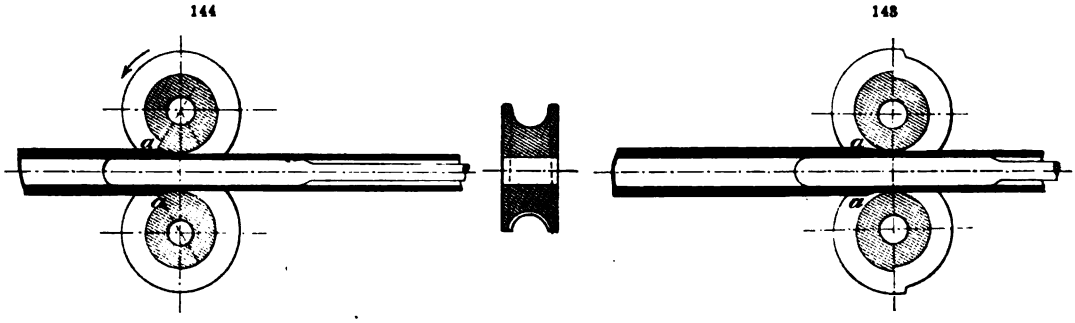
andere Walzstück, nachdem er fest eingeschoben, durch Reibung mitgenommen und nimmt das glühende Material in das Gesenk auf. Diese Walzmethode führt den Namen „Tischwalzen". Selbstverständlich kann dabei auch die Walze ein Gesenk erhalten.

Eine sehr interessante Verwendung hat diese Walzart neuerdings in der Rohrfabrikation gefunden und den Namen Pilgerschritt erhalten. Wir kommen hierauf in



141 u. 142. Tischwalzen.

dem Kapitel „Rohrfabrikation" zurück und führen hier nur das die Walztechnik betreffende an. Abb. 143 u. 144 zeigen die beiden unrunden Walzen. Dieselben haben die Aufgabe, ein noch dickwandiges Rohr zu längen und unter Beibehaltung der lichten Weite zu dünnen. Die Lückenstellung ist in der Abb. 143, etwas zu dicht, angegeben, wo die Walzen bereit sind, das zu walzende Stück aufzunehmen. Dieser Stellung folgt ein cylindrischer Teil der Walzen und diesem ein ansteigender. Nach jedem Durchgang wird zurückgeschoben und gedreht. Das Walzstück macht also eine hin und her gehende, schrittweise Bewegung, welche der Walzart den eigentümlichen Namen Pilgerschritt gegeben hat.



143 u. 144. Pilgerschritt.

Ein besonderes Gebiet für sich bilden die Rohrwalzwerke, welche mit geschränkt zu einander liegenden Walzen arbeiten. Dieselben werden in dem obengenannten Kapitel näher besprochen werden.

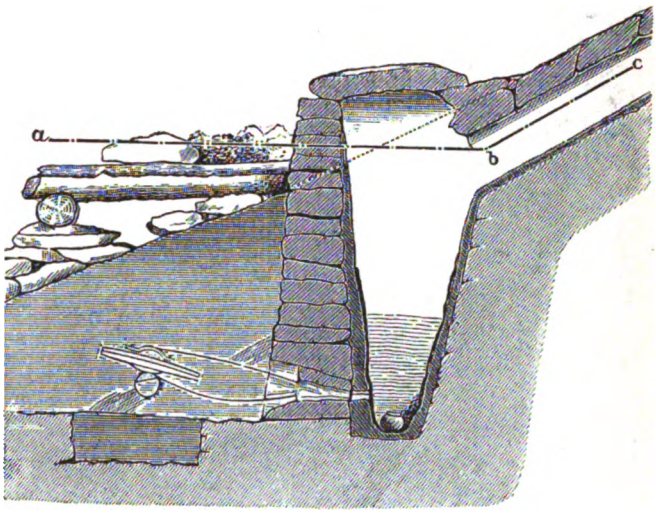
So sind wir aus dem rohen walzen der unförmlichen, von der Hütte gelieferten Blöcke zu einer Feintechnik gelangt, welche namentlich im Laufe des letzten Jahrzehntes eine ungeahnte Vielseitigkeit und Anpassungsfähigkeit gewonnen hat.

Digitized by Google

Die Eisengießerei.

Stahlguß — Schmiedeguß.

Die Kunst, das Eisen*) durch gießen in gewünschte Formen zu bringen, ist seltsamerweise verhältnismäßig noch recht jung. Während wir schmiedeeiserne Gegenstände kennen, deren Alter auf mehrere Tausend Jahre geschätzt werden muß, gehen die vorgefundenen gußeisernen Gegenstände bis höchstens zum 14. Jahrhundert n. Chr. zurück. Die Gründe hierfür liegen in der wesentlich schwierigeren Behandlung, welche der Eisenguß erfordert. Es ist nicht die erforderliche Temperatur, denn Schmiedeeisen verlangt eine höhere, und die uralte schmiedeeiserne Säule zu Delhi beweist, daß man schon recht früh größere Stücke Schmiedeeisen zu schweißen, also recht kräftige Feuer zu unterhalten imstande gewesen ist. Aber Gußeisen erfordert feuerfeste Gefäße oder besonders geeignete Öfen. Und namentlich letztere haben recht lange auf sich warten lassen. Sie entstanden aus den Rennfeuern der Alten, welche wohl, wie soeben angedeutet, die Temperatur zu erzeugen, aber nicht genügend zu kohlen imstande waren und bei der vollendeten Reduktion — Sauerstoffentziehung — der Erze und der damit erfolgten Erzeugung von schmiedbarem Eisen stehen blieben. Erst als man anfing, die Öfen höher zu bauen, entsprechend dem Erwachen der Erkenntnis, daß damit eine flüssige Eisengattung entstände, kam man auf das Gußeisen.



145. Tausendjähriger Hochofen.

Die Nachrichten über auswärtige Gußeisenfunde fehlen: weder von Gußstücken noch von entsprechenden Schmelzvorrichtungen alter Zeit wird berichtet. Der älteste dem europäischen Boden angehörende Fund ist ein in Siebenbürgen aufgefundener Hochofen[1]), dessen Alter auf etwa tausend Jahre geschätzt wird. Er war in den Abhang eines Hügels (Abb. 145) eingebaut, mit einem am Hang entlang laufenden Abzug versehen und mit einer Platte bedeckt, so daß der Abzug den Zug verschärfte, der vielleicht durch ein Gebläse unterstützt wurde. Bei gut dichter Abdeckung war dies zum Eisenschmelzen vielleicht nicht einmal nötig, da unsere heutigen Tiegelschmelzöfen vielfach nur mit natürlichem Zug arbeiten. Indessen scheinen die Reste auf ein Gebläse hinzudeuten. Der Ofen ist $1^1/_2$ m hoch und mit einer Plattform für die Bedienung versehen. Leider ist als Erzeugnis desselben nur ein Eisenklumpen darin gefunden worden, so daß sich nicht feststellen läßt, ob das Eisen nur zum frischen (Verarbeitung auf Schmiedeeisen) oder zum gießen verwendet worden ist. Das erstere ist das wahrscheinlichere, so daß wohl kaum anders als an Eisenschmelzen und nicht an Eisengießen in unserem Sinne zu denken ist. Abgesehen hiervon dürfte der Anfang der Eisengießerei, wenigstens für Europa, frühestens auf das 15. Jahrhundert verlegt werden können. Die diesbezüglichen Produkte waren Herdgußplatten, welche sich zum Ofenbau vorzüglich eignen und bald mit Verzierungen versehen wurden.

*) Schmelzen der Metalle an sich ist schon sehr alt.
[1]) „Engineering and Mining", 1898, Nr. 12.

Digitized by Google

Bei der Brüchigkeit des Gußeisens gegenüber dem Schmiedeeisen[2]) und angesichts des Umstandes, daß das zuerst durch allzuhohe Öfen oder vielleicht auch unrichtige Windzuführung zufällig entstandene Gußeisen als verdorbenes Material betrachtet wurde, wird es recht lange gedauert haben, bis man andere Gebrauchsgegenstände aus Gußeisen fertigen lernte. Aber man lernte Formen herstellen, den Sand hierzu mischen und fand sicher recht bald heraus, wie schön sich alles darin abdrücken, umgekehrt (als Spiegelbild) wiedergeben läßt. Die zum glätten des Bodens benutzten Bretter hinterließen die schönsten und deutlichen Spuren ihrer Adern, und es darf nicht wunder nehmen, daß man schon früh diese Abbildungsfähigkeit des Sandes in Verbindung mit der Eigenschaft des Gusses flüssigen Eisens, alle diese feinen Formen schön auszufüllen, benutzen lernte. Der Gedanke, auf diese Weise Platten zu verzieren, lag zu nahe, und die damals in voller Blüte stehende Holzschnitzerei kam demselben zu Hilfe. Die Kunst aber stand zu jener Zeit fast nur im Dienste der Kirche, und so mag es gekommen sein, daß die ältesten uns bekannten Eisengußstücke Ofenplatten mit Bildern aus der heiligen Geschichte sind; die erste regelmäßig stattgefundene Benutzung des Gußeisens stand im Dienste der kirchlichen Kunst.

146. Gußplatte aus dem Jahre 1571.

Diese Ofenplatten sind als Heizplatten aufzufassen und begrenzten mit ihrer Rückseite das in dem einen Raum (Küche) befindliche Herdfeuer, dessen Wärme sie z. Th. auf den benachbarten Raum, mit der Bildseite, übertrugen.

Abb. 146 zeigt uns eine solche Platte, aus dem Jahre 1571, wie sie leider, in den letzten Jahrhunderten wenig geachtet, immer seltener geworden sind, wennschon noch manches schöne Stück erhalten geblieben ist.*)

Wenn nun auch für viele Gebrauchsgegenstände das Schmiedeeisen den Vorrang behielt und ja auch bis heute behalten hat, so gibt es doch Formen, denen das Gußeisen besser zu folgen vermag; dies waren zunächst die Gefäße, und namentlich die Kochgefäße. Hier bot das Schmiedeeisen doch ziemliche Schwierigkeiten, welche die Erzeugnisse teuer machten; und auch die Bildsamkeit des Kupfers konnte nicht helfen. Kupfer war stets teuer und als Kochgeschirr nie recht beliebt. So finden wir denn den Kochtopf als wohl

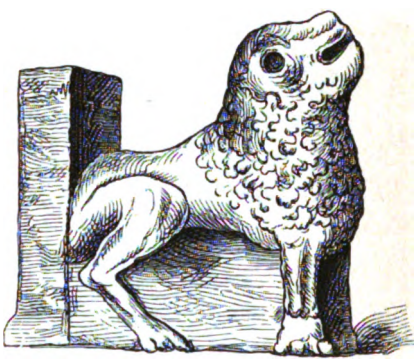
[2]) Das älteste bekannte eiserne Fundstück ist die von Belzoni unter den Füßen einer Sphinx zu Karnak aufgefundene Sichel, welche sicher lange vor der Invasion der Perser, also mindestens vor dem Jahre 525 vor Chr. dorthin gekommen sein muß. Eine mit Hilfe einer eisernen Stange verstärkte Bronzefigur wird der vierten Dynastie, ca. 2900 vor Chr., zugeschrieben. — Beck, „Die Geschichte des Eisens", I.

*) Beck führt die Einbürgerung des Gußeisens auf die zu jenen Zeiten entstehenden Wassermühlen zurück, welche allerdings erst das Mittel abgaben, dauernde Windleistungen zu liefern. Wir haben aber bereits darauf hingewiesen, daß hohe Temperaturen recht gut auch ohne Maschinenkraft zu erzeugen waren, so daß selbst die Erhöhung des Ofens nicht unbedingt abhängig erscheint von der Erzeugung der Windpressung. Schmelzen wir das Eisen doch heute noch mit bestem Erfolg durch natürlichen Luftzug.

Digitized by Google

erste gußeiserne Handelsware, die noch heute ihre Bedeutung sowohl als solche wie als Produkt des Hochofens bewahrt hat; Ofenguß und Poteriewaren haben lange Zeit hindurch eine große Rolle auf diesem Gebiet gespielt. Abb. 147 stellt zwei Kochtöpfe[2]) aus dem Nationalmuseum zu München dar, die sogar dem 14. Jahrhundert zugeschrieben werden (am Rhein als Marmiken bekannt). Ebendort befindet sich ein runder Kessel auf drei Füßen. Im Verzeichnis steht der Vermerk: „gekauft von einem Juden aus Innsbruck, angeblich aus dem 14. Jahrhundert". Beck weist indessen nach, daß diese Angabe nicht zuverlässig sein könne, und schreibt solchen gußeisernen Kochtöpfen höchstens die Mitte des 16. Jahrhunderts zu. Die erste Abbildung solcher Töpfe verdanken wir Georg Agricola, welcher uns in seinem Werke „de re metallica" auch eine Abbildung überliefert hat, die wir in der Abb. 147 wiedergeben.[3]) Agricola gibt ausdrücklich an, daß es eiserne Töpfe seien, die zum Salzkochen verwendet würden, und erwähnt sogar die Eigenschaft derselben, den Inhalt zu schwärzen. Indessen scheint uns die Abbildung nicht für Gußeisen zu sprechen. Der innen kenntliche umgebördelte Rand, die Halsverzierung und namentlich die Henkel lassen mehr auf Schmiedeeisen, also Treibarbeit, schließen, so daß das Bedenken Becks gerechtfertigt erscheint. Andere Gußstücke aus

147. Eiserne Kochtöpfe aus der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts. Nach Agricola.



148. Gußeiserner Ofenfuß etwa aus dem 15. Jahrhundert.[3])

alter Zeit stellen plumpe Tiergestalten dar, wahrscheinlich Ofenfüße, deren Modell augenscheinlich aus Thon bestanden hat und welche dem 15. Jahrhundert zugeschrieben werden.

Alles in allem genommen, wird man die Verwendung des Eisengusses in Europa nicht höher hinauf als in das 15. Jahrhundert setzen können.

Ein ebenfalls recht alter Gußartikel war die eiserne Kugel, deren Zeit auf das Ende des 15. Jahrhunderts gesetzt wird. Biringuccio sagt in seinem „Pyrotechnika" darüber: „denn eiserne Kugeln wurden, soviel ich weiß, nicht beim Geschützfeuer gesehen vor denjenigen, welche König Karl von Frankreich zur Eroberung des Königreichs Neapel gegen den König Ferdinand im Jahre 1495 mit sich führte." Karl der Kühne bediente sich bereits gußeiserner Kugeln von 7, 10, 20 und 30 Pfund. Daß aber eiserne Kugeln selbst zu Anfang des 16. Jahrhunderts noch wenig im Gebrauch waren, geht aus dem Inventar der Stadt Eßlingen vom Jahre 1507 hervor, zu welcher Zeit sich im dortigen Zeughaus 2684 steinerne, 26478 bleierne und nur 324 eiserne Kugeln befanden.

Der Beförderer des Eisengusses ist wohl der Maschinenbau gewesen, der zuerst reichlich Gestaltungen lieferte, zu denen nach Form und Festigkeit sich das Gußeisen am allerbesten eignete; bald wurden die hölzernen Kammräder der Mühlen — der Geburtsstätte des Maschinenbaues — durch gußeiserne ersetzt. Und wenn auch Kanonen aus Schmiedeeisen und Bronze und Dampfcylinder aus Kupferblech gefertigt werden konnten, so gab es zunächst für die verschiedenen verbindenden Teile kein geeigneteres Material,

[3]) Lebebur.

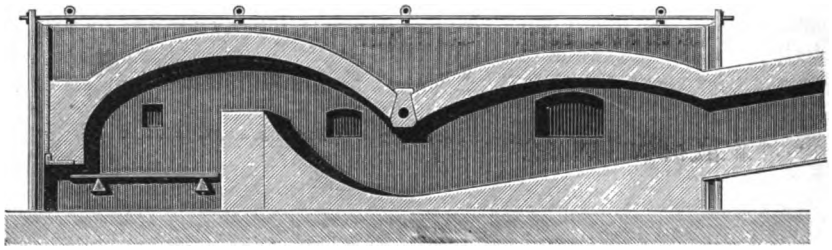
Digitized by Google

als das bequem zu behandelnde, billige und kräftige Gußeisen. Mit dem Maschinenbau, mit der Dampfmaschine, begann die Zeit des Gußeisens.

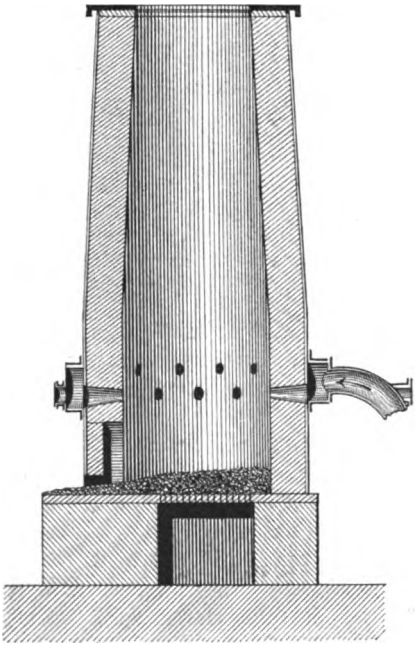
Die verschiedenen Arbeiten, welche das gießen erfordert — mit nur geringen Abweichungen auch das der anderen Metalle — sind das schmelzen, das formen und das eigentliche vergießen.

Das Schmelzen.

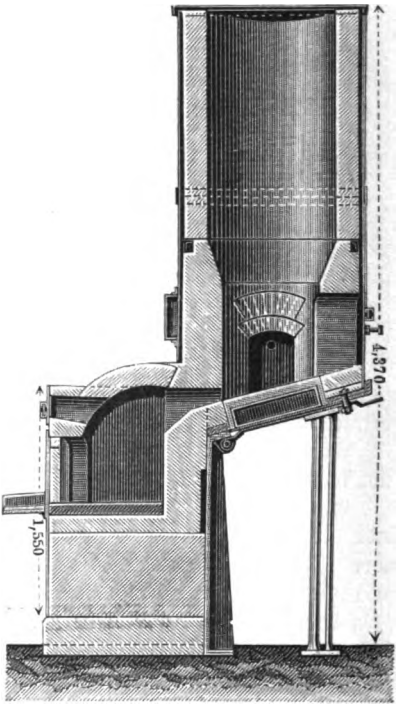
Zum schmelzen gehört, wie bereits angedeutet, ein etwas höherer Ofen, als ihn die alten Schmiede zur Herstellung des Schmiedeeisens verwendet hatten. Dieser Ofen



149. Flammofen.



150. Kupolofen.[3])

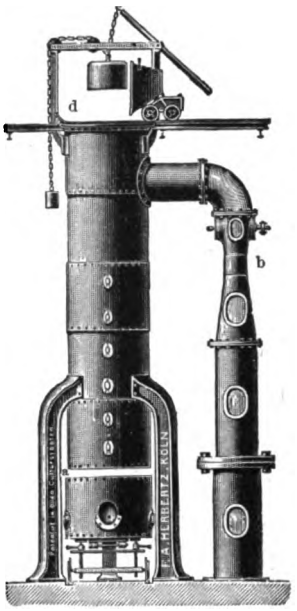


151. Kriegarofen.

ist zum Hochofen geworden, der indessen fast nur noch zur Herstellung des Rohmaterials, des Roheisens, verwendet wird und unter „Eisenhüttenkunde" bereits eingehend behandelt wurde. Nur Poteriewaren, Ofenteile und Rohre werden heute noch unmittelbar aus dem Hochofen gegossen, während zum umschmelzen des vom Hochofen gelieferten Roheisens die hierfür entstandene Ableitung des Hochofens, der Kupolofen, verwendet wird. Der Hochofen ist also wieder kleiner geworden. — Dem Kupolofen zur Seite steht, zum umschmelzen größerer Mengen Eisen, der Flammofen und für kleinere Verhältnisse der Tiegel.

Digitized by Google

Der Flammofen besteht (Abb. 149) aus der Feuerung, dem Herd und dem beides überdeckenden Gewölbe, welches sich in der Regel mitten über dem Herd tief herunterſenkt, um die Flamme an das Schmelzmaterial herunterzuzwingen. Das letztere wird durch die Einsatzöffnungen eingebracht, die sowohl vermauert — für lange Schmelzungen — als auch nur durch schwere eiserne, mit feuerfestem Material ausgefütterte Thüren verschlossen werden. Außerdem sind wohl noch andere zur Bedienung des Ofens angebrachte Öffnungen vorhanden, die in ähnlicher Weise verschlossen werden. Seitlich dicht über dem tiefsten Punkt der Herdsohle befindet sich die mit einem Lehmpfropfen verschlossene Abstichöffnung, durch welche der Ofen entleert wird.



152. Herbertzofen. (Zu S. 66.)

Während der Flammofen in der Eisengießerei nur wenig verbreitet ist und der Regel nach meist nur zum einschmelzen besonders großer Stücke verwendet wird, gilt der Kupolofen als gebräuchlichster Apparat zum umschmelzen von Roheisen. Derselbe besteht (Abb. 150) stets aus einem oft oben etwas zusammengezogenen Schacht, der mit abwechselnden Schichten von Koks und Roheisen gefüllt ist und in welchem sich unten das geschmolzene Eisen ansammelt. — Die Verschiedenheiten der Kupolöfen beruhen hauptsächlich in der Windzuführung und in der Anordnung des Herdes.

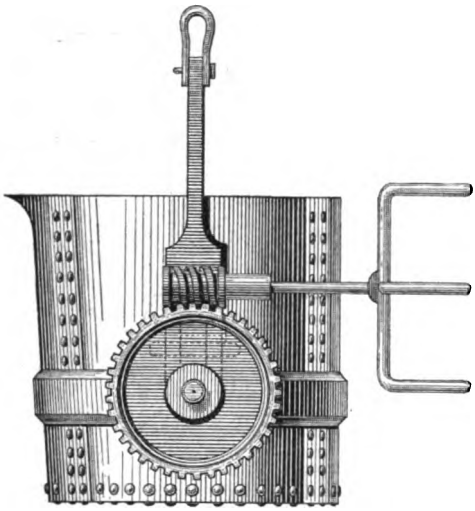
Die Windzuführung geschieht im einfachsten Falle durch eine etwas über der Abstichöffnung seitlich angebrachte Düse. Oft sind es zwei einander gegenüberstehende Öffnungen dieser Art, zuweilen befinden sich dieselben ringförmig verteilt, wohl auch in zwei Reihen übereinander, und endlich wird sogar ein ringförmiger Spalt angeordnet, durch welchen die Luft einströmt. Bei geringer Düsenzahl erhält jede ihr besonderes Zuführungsrohr; bei ringförmiger Verteilung wird der ganze Ofen mit einem aus Eisenblech gefertigten Kanal umgeben, von dem aus sämtliche Düsen gespeist werden, und bei Anwendung eines ringförmigen Spaltes wird die Luft auf besondere Weise eingesaugt, wie wir demnächst eingehender sehen werden.

153. Handpfanne. (Zu S. 67.)

Das tropfenweis niedergehende Eisen sammelt sich entweder auf der Sohle an oder läuft in einen vorgelegten Herd. Im letzteren Fall erhält man (Abb. 151) den Boden frei. Derselbe ist dann mit einer Klappe versehen, die nach Beendigung des gießens geöffnet wird, so daß die Reinigung und Ausbesserung des Ofens leichter erfolgen kann. Erstere besteht in dem ausräumen des glühenden, aus Koks und Schlacke bestehenden Restinhalts, welche Arbeit sonst nach dem ausbrechen der in der Abb. 150 erkennbaren Öffnung mit größerer Mühe vollzogen werden

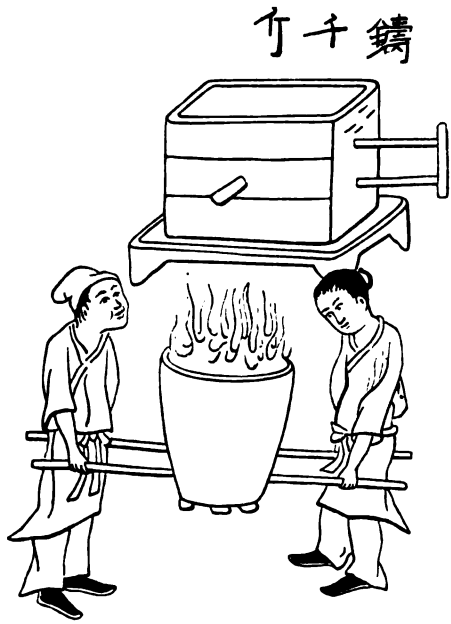
Digitized by Google

muß, als wenn der Inhalt einfach nach unten zu befördert werden kann. Dagegen ist der Vorherd nur bei größeren Öfen anwendbar, weil er das geschmolzene Material zu sehr kühlt; bei geringen Mengen ist dies schädlich, während bei größeren Schmelzungen ohnehin eine Abkühlung des Eisens vor dem gießen stattfinden muß.



154. Kranpfanne mit Schneckenantrieb.[3]) (Zu S. 67.)

Eine eigenartige Kombination dieser Anordnungen bildet der Herbertzofen. Dieser (Abb. 152) hat einen abfahrbaren Herd, der ebenfalls mit einer Bodenklappe versehen ist. Derselbe ist während des Betriebes etwas gesenkt, so daß der obenerwähnte ringförmige Spalt a entsteht, durch welchen die Luft einströmt. Das ansaugen derselben wird durch ein Dampfstrahlgebläse b bewirkt, welches gleichzeitig etwa durchbrechende Flammen — die bei dem gewöhnlichen Ofen stets entstehende Gichtflamme — löscht und die Gase ins Freie befördert. Diese Anordnung macht den Ofen unabhängig von der Nachbarschaft und erleichtert deshalb wesentlich die Konzession. — Das Eisen sammelt sich in dem Herd und wird da wie gewöhnlich abgestochen. Der Spalt dient gleichzeitig zum entfernen der Schlacken, welche leicht den Luftzutritt beeinträchtigen. Nach der Beendigung des schmelzens wird die Bodenklappe geöffnet, so daß der Restinhalt des Schachtes in die unter dem Herde befindliche Grube fallen kann, wo er gelöscht wird. Der Herd wird dann auf dem dazu angebrachten Geleise abgefahren, so daß der Schacht leicht zugänglich gemacht wird.



155. Tragbarer chinesischer Schmelzofen.[3]) Nach einem 1630 erschienenen Buche des chinesischen Gelehrten Sung. (Zu S. 67.)

Um das absaugen der Gase zu ermöglichen, wird die Gichtöffnung bei d durch einen gußeisernen Trichter abgedeckt, der durch einen umgekehrten Kegel abgeschlossen werden kann. In den so gebildeten ringförmigen Raum wird das Material aufgegeben, welches beim anheben des Kegels hinabfällt.

Der Betrieb eines solchen Ofens geht folgendermaßen vor sich. Zunächst wird der untere Teil mit Holz angefüllt, dem eine entsprechende Menge Koks folgt. Dann kommt eine bestimmt abgewogene Menge Eisen, dann Koks, zur Flüssigmachung der erdigen Beimengungen etwas Kalk oder Flußspat, Eisen, Koks u. s. w. Das Verhältnis vom Koks zum Eisen ist verschieden und beträgt etwa im Mittel 7 zu 1; und die jedesmal aufgegebene Menge hängt von dem Durchmesser des Ofens ab. Während des anwärmens des Ofens bleiben die Düsen offen und dienen dem natürlichen Luftzug als Weg. Beim Herbertzofen ist zu dieser Periode der Herd gehoben und dadurch der Spalt geschlossen, außerdem noch verschmiert, so daß die Luft durch einige besonders hierfür angeordnete seitliche Öffnungen einströmen muß.

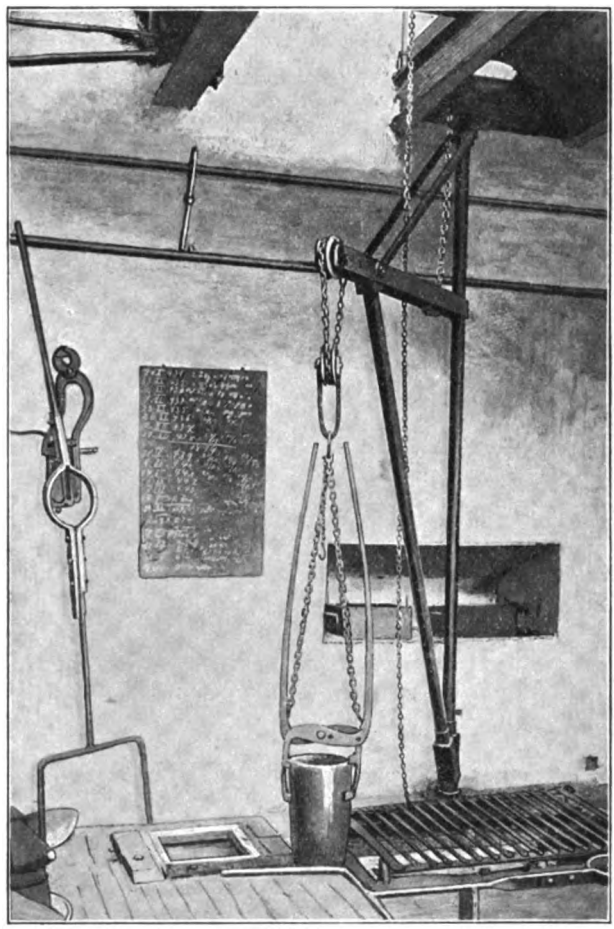
Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Sobald sich in der bis dahin offengelassenen Abstichöffnung Eisen zeigt, wird diese abgestopft; beim Herbertzofen wird der Herd gesenkt. Gleichzeitig wird das Gebläse angestellt, und es beginnt nunmehr die eigentliche Schmelzung, deren Fortgang durch Schaulöcher oder den Spalt beobachtet werden kann. Während des schmelzens wird oben in genau bestimmter Zeitfolge Eisen, Koks und Kalk aufgegeben.

Hat sich ein genügender Vorrat Eisen angesammelt, so wird „abgestochen". Mit einer langen spitzen Eisenstange bewaffnet, tritt der betreffende Arbeiter vor den Ofen und stößt oder bohrt ein Loch in den oben erwähnten Thonpfropfen, dessen Reste von dem alsbald hervorbrechenden Strahl mitgerissen werden.



156. Tiegel am Kran.

Selten wird dieser Strahl direkt in die Form geführt, sondern zunächst meist in eine Pfanne geleitet. Es ist dies ein aus Eisenblech gefertigter und gut mit Lehm oder einer Mischung von Lehm, Formsand, Stroh u. s. w. ausgeschmierter kesselartiger Körper, der in den verschiedensten Größen verwendet wird. Für die kleinen Güsse genügt die Handpfanne (Abb. 153), welche der Gießer unter den Strahl hält und gefüllt zur Form trägt, um sie dort zu entleeren. Sie wird hier von oben her gepackt, oft aber auch seitlich. Schwerere Stücke erfordern entweder die gleichzeitige oder unmittelbar aufeinander folgende Verwendung zweier oder mehrerer Handpfannen oder eine Gabelpfanne, im Vordergrund unserer Tafel dargestellt, welche von zwei oder auch drei Mann getragen wird. Auch hier kann man sich für noch schwerere Stücke durch zusammentragen in mehreren Pfannen helfen. Die großen Gußstücke aber verlangen die Kranpfanne (Hintergrund der Tafel), welche wiederum von einer anderen unterstützt werden kann, zuweilen sogar erst in einen Gießwagen entleert wird, in welchem das Eisen zur Gießform geführt wird. Die hier dargestellte Pfanne wird mit Hilfe der in der Abbildung erkennbaren mächtigen Gabel mit der Hand gekippt. Für noch schwerere Pfannen (Abb. 154) dient ein Schneckentrieb.

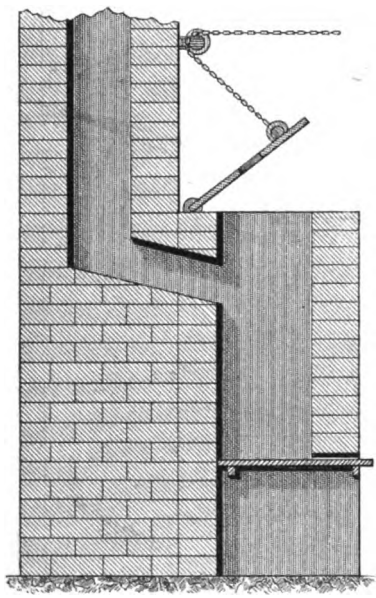
Die Größe der Öfen geht von 60 und mehr Zentimeter Durchmesser herab bis zu etwa 30 cm. In China sind die Öfen noch kleiner und haben zuweilen nur Manneshöhe, erinnern also an den alten Ofen (Abb. 145). Nach den Berichten von Sung über chinesische Gewerbethätigkeit sind dort sogar tragbare Öfen (Abb. 155)*), allerdings nur

*) Ledebur, S. 208.

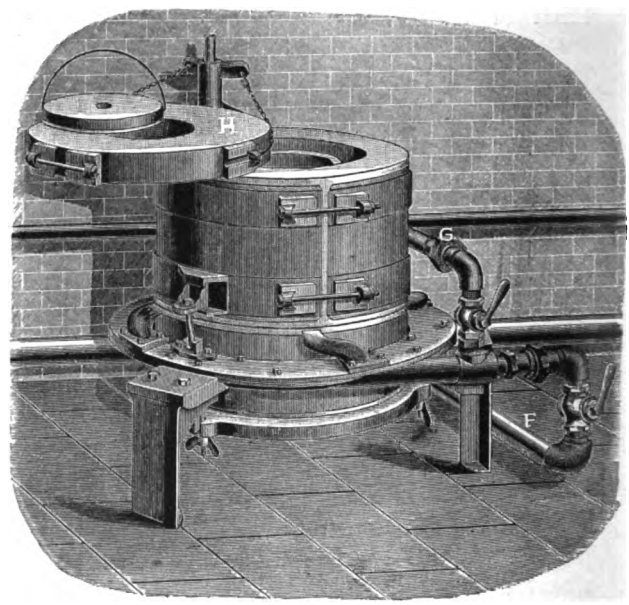
Digitized by Google

zum Bronzeschmelzen, in Verwendung gewesen. Diese bei uns unbekannten Öfen sind indessen nur für kleine Verhältnisse zu verwenden, in welchen der Tiegel in seine Rechte tritt. Sie können als Übergang angesehen werden zu dem neuesten beweglichen Ofen von Basse & Selve (s. S. 72).

Der Tiegel (Abb. 156) ist ein cylindrisches, etwas bauchiges Gefäß, welches oben zusammengezogen ist und für Gußeisen etwa 30 bis 60 kg faßt. Er steht in einem aufgemauerten Schacht (Abb. 157), von Brennmaterial (Koks) umgeben, auf einem groben, meist nur aus starken Eisenstangen bestehenden Rost, von dem er durch einen als Unterlage dienenden Stein getrennt ist. Es wird der Tiegel dadurch in der besten Glut erhalten, die naturgemäß erst in einiger Entfernung vom Rost sich bilden kann.*) Das Brennmaterial kommt also hier mit dem Metall nicht in Berührung, und letzteres ist möglichst gut gegen die Einwirkung der Luft geschützt. In Amerika, wo man über billiges Gas



157. Tiegelofen.[3])



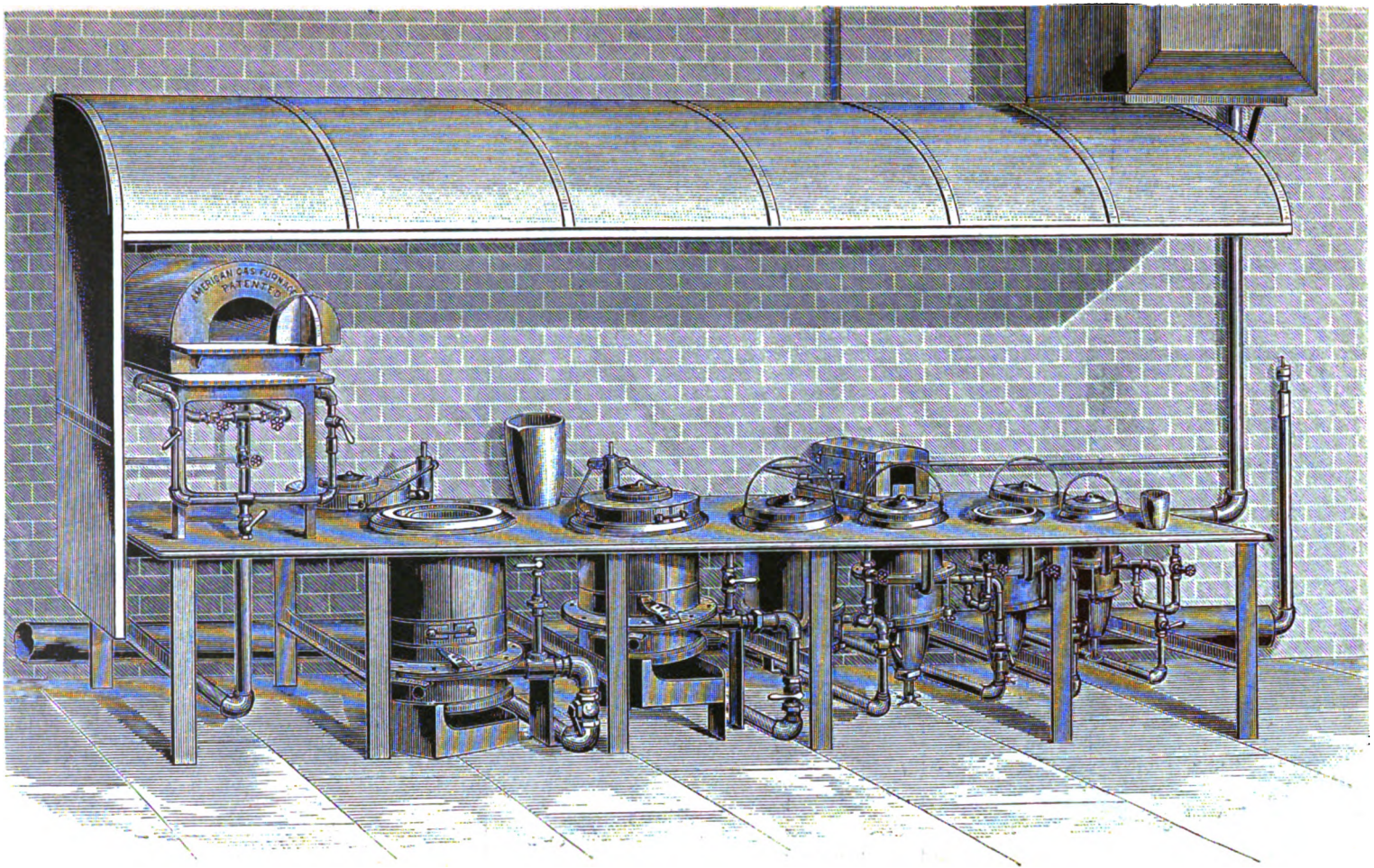
158. [Amerikanischer Gasschmelzofen.[3])

verfügt, hat man auch Tiegelöfen mit Gasheizung. Das Gas wird vorher mit eingepreßter Luft gemischt und gibt so eine rauchlose scharfe Flamme. Abb. 158 stellt einen solchen Ofen dar. F ist der Luftzufluß und G das Gasrohr, welche das Rohr H speisen. Dieses führt unter den Tiegel und speist die Flamme. Abb. 159 zeigt eine Anlage von sechs Tiegeln dieser Art. Das Material des Tiegels ist ein Gemenge von leicht gebranntem Thon mit Graphit oder Koks, welche fein gemahlenen Körper sorgfältig gemengt, mit Wasser zu einem knetbaren Teig vereinigt und durch pressen in die gewünschte Form gebracht werden.

Die hierzu verwendeten Tiegelpressen bestehen aus einem der äußeren Form des Tiegels entsprechenden, jedoch oben nicht zusammengezogenen gußeisernen Gefäß (Abb. 160a), in welches zunächst ein entsprechend bemessener Klumpen Tiegelmasse geworfen wird. In diese Masse wird nun der der inneren Tiegelform entsprechende Stempel gepreßt (Abb. 160b), was von Hand- oder Maschinenkraft, in der Regel mit Schraubendruck vollführt wird. Die Tiegelmasse quetscht sich dabei empor und nimmt die Gestalt des

*) Eine eingehende Abhandlung über Tiegelöfen findet sich in den Verhandlungen des Vereins zur Förderung des Gewerbefleißes, 1898, S. 190, Vortrag des Herrn Geheimrat Prof. Dr. Wedding.

Digitized by Google

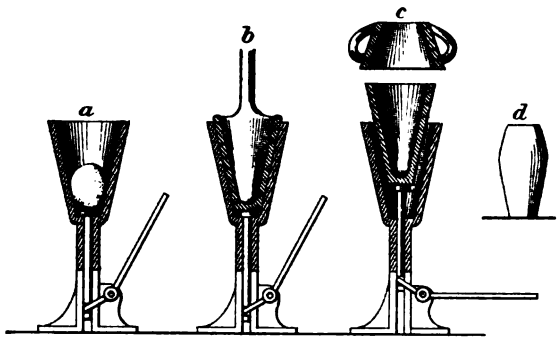


159. Amerikanische Gasschmelzofen-Anlage.

Digitized by Google

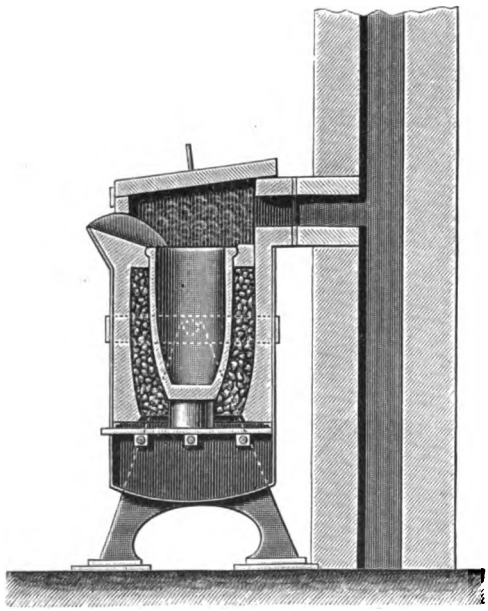
Tiegels an. Der Stempel geht dann nach oben; der Arbeiter schneidet das überflüssige Material ab und hebt den Boden des Preßgefäßes empor (Abb. 160c).

Nunmehr streift er von obenher einen Ring (Abb. 160c) über, wodurch die dem Tiegel eigene, oben zusammengezogene Form entsteht. Diese Arbeiten werden häufig auf einer revolverartig angeordneten zwei- oder auch mehrstelligen Vorrichtung vorgenommen, welche die gleichzeitige Thätigkeit mehrerer Arbeiter gestattet und entsprechend mehr zu liefern imstande ist.



160. Herstellung der Tiegel.

Die Tiegel wandern nun in einen luftigen Raum, in welchem sie die erste Feuchtigkeit abgeben und „lufttrocken" werden. Alsdann kommen sie in den eigentlichen, künstlich erwärmten Trockenraum, in welchem sie lange Zeit zu verweilen haben. Endlich müssen sie leicht gebrannt werden. Dies geschieht in einfachen, von irgend einer Flamme durchschlagenen Öfen. Die nach einer sehr langsamen Abkühlung zum Gebrauch fertigen Tiegel werden in diesem Zustande versandt, soweit sie nicht von der Gießerei selbst gefertigt worden. Immerhin ziehen sie sehr bald wieder aus der Luft Feuchtigkeit an und müssen daher kurz vor dem einsetzen noch einmal gut getrocknet oder vorgewärmt werden. Dies geschieht meist unmittelbar vor dem einsetzen gelegentlich des anwärmens oder anheizens über dem offenen Ofen, oder auch unter dem Rost eines Dampfkessels. Nunmehr geht die Füllung des Tiegels (der Einsatz) vor sich, der aus entsprechend zerkleinerten, 5 bis 10 kg schweren, gut gereinigten Gußbarren besteht, die genau der zu liefernden Ware entsprechend ausgewählt sein müssen, event. unter Zusatz von etwas Kalk oder Flußspat. Der Tiegel wird dann in die Zange genommen, entweder von Hand oder mit Hilfe eines Kranes (Abb. 156) in den Schacht gelassen und auf den „Käse" — jene Unterlage — gesetzt, nachdem die zum anwärmen des Ofens dienenden Holzbrandstücke entsprechend beiseite geräumt worden. Nunmehr wird der Zwischenraum um den Tiegel herum mit Koks ausgefüllt, der Tiegel einigermaßen damit bedeckt und der Schacht zugelegt, so daß die Esse in Wirksamkeit tritt. Der Koks muß in dem Maße, wie er abbrennt, nachgefüllt und auch nachgestoßen werden, damit keine hohlen Stellen entstehen. Nach etwa drei Stunden — je nach der Größe des Tiegels und der Güte des Ofens mehr oder weniger — ist der Inhalt flüssig. Der Schacht wird dann geöffnet, der Rost durch herausziehen einiger Stäbe gelüftet, so daß der Koks einigermaßen durchgestoßen und so der Tiegel frei gemacht werden kann, worauf dieser in derselben Weise, wie er eingesetzt worden, herausgehoben wird. Zum entleeren (gießen) wird oft dieselbe Zange verwendet, oft auch eine besonders hierfür vorgerichtete, welche die Anstellung zweier Arbeiter gestattet, wie bei der Gabel-

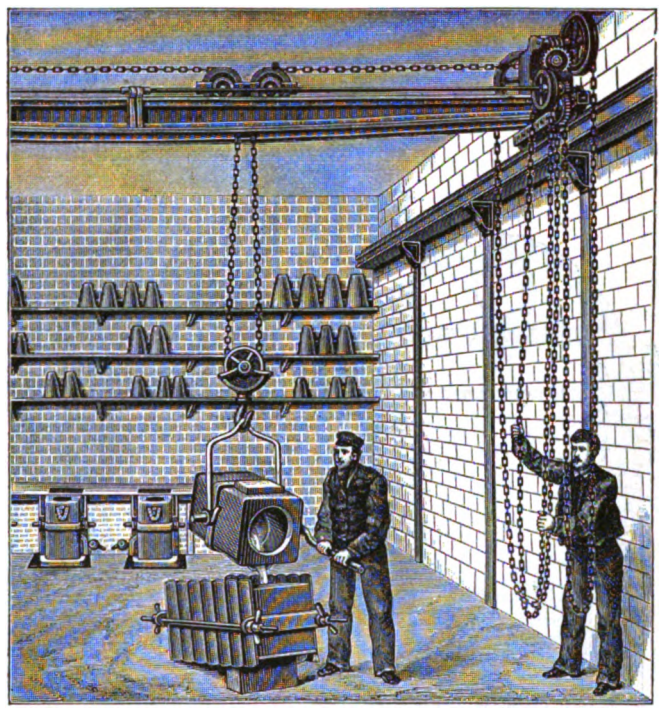


161. Platofen.

Digitized by Google

pfanne (Tafel S. 67). Eine unter Umständen recht zweckmäßige Einrichtung hat der Franzose Piat geschaffen, welcher den Ofen transportabel einrichtet, zum schmelzen an die Esse stellt (Abb. 161) und zum gießen unmittelbar an den Kran hängt, wie in Abb. 162 dargestellt ist. Die Einrichtung ist da von besonderem Vorteil, wo der Tiegel gleich nach dem Gusse wieder angestellt werden soll. Während bei der gewöhnlichen Einrichtung, wie beschrieben, das Feuer jedesmal gestört und dann wieder von neuem in Gang gebracht werden muß, bleibt es bei dem Piatofen in völliger Ordnung und gerät sofort nach der mit der Esse wiederhergestellten Verbindung in vollen Gang.

Diese erst etwa dem letzten Jahrzehnt entstammende Einrichtung erinnert lebhaft an den chinesischen in der Abb. 155 dargestellten Schmelzofen, Schmelz- und Brennmaterial in einem transportablen Gefäß. Noch weiter geht die Analogie dieser Einrichtung mit dem Schmelzofen der Abb. 163 u. 164, der modernsten Schöpfung der Firma Basse & Selve, welcher mit Gebläse arbeitet und während des Schmelzprozesses in einer Grube steht. Aus dieser wird er, wie der Piatofen, herausgehoben und durch kippen entleert.



162. Hängender Piatofen. Nach Ledebur.

Diese Öfen gestatten einen nahezu kontinuierlichen Betrieb, indem das Feuer nur während der kurzen Pause des gießens unterbrochen wird und gleich wieder in Wirksamkeit treten kann; es kann, wie beim Kupolofen, Brennmaterial und Schmelzmetall dauernd nachgelegt werden. Da ferner der letzte Ofen für größere Mengen, bis zu 500 kg bei einer Schmelzung, eingerichtet ist, so werden wir durch ihn, soweit es die Leistungsfähigkeit angeht, wieder zum Kupolofen zurückgeführt.

Das Formen und Vergießen.

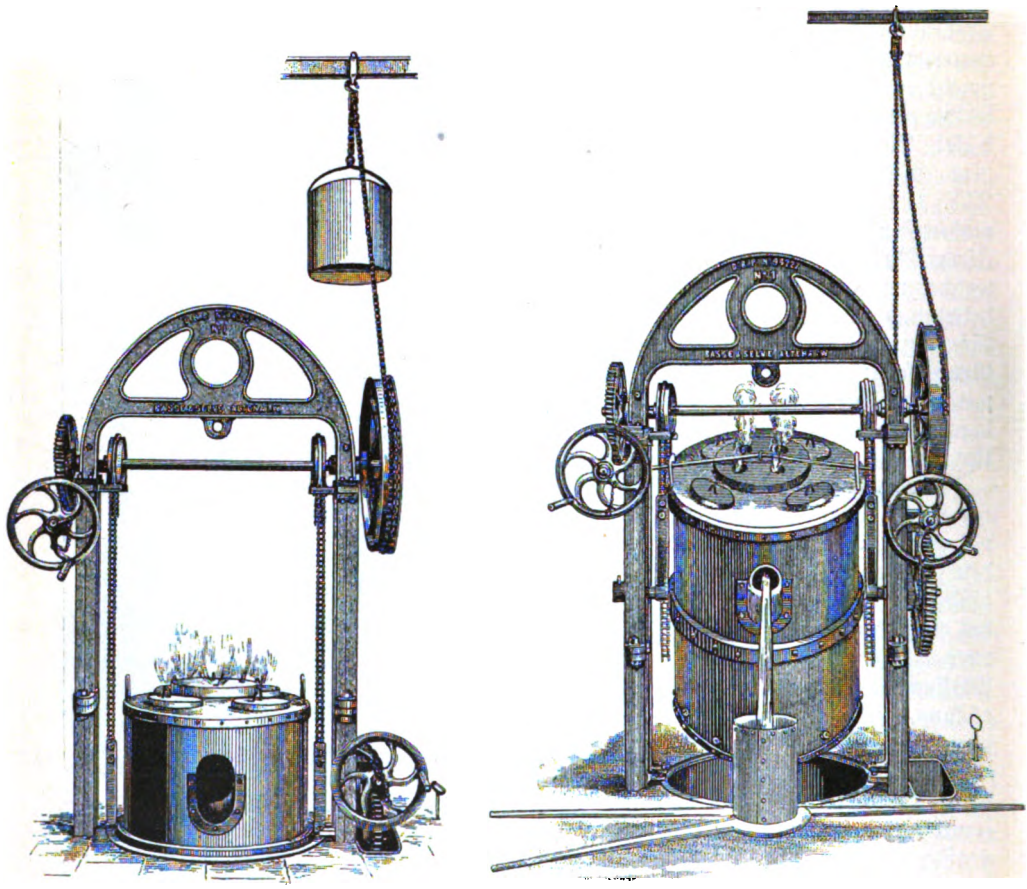
Die Formerei hat nun die Aufgabe, die zur Aufnahme des geschmolzenen Eisens nötigen Formen herzustellen.

Diese Formen sind für weiche Metalle und solche, welche entweder nicht durch schnelles abkühlen hart werden, oder aber für Eisen, welches hart werden darf oder gar soll, von Metall; für Zinn Schieferstein oder Gußeisen. Masseln, welche hart werden dürfen, und Hartguß, der hart werden soll, auch Stahlguß, welcher noch gewalzt wird, wird ebenfalls in eiserne Formen gegossen. (Coquillen.) Dies Verfahren findet auch beim gießen der Ketten Verwendung, worüber unter dem Kapitel „Ketten“ das nähere mitgeteilt werden wird. Auch wendet man metallene Formen in der Gestalt von Teilformen an, d. h. man legt da eiserne Formteile hin, wo der Guß hart werden soll.

Hierher gehört auch das endlose Gießverfahren von Wood in Baltimore, welches lange viereckige gußeiserne Stangen herzustellen bestimmt ist. Die senkrechte Form wird

Digitized by Google

von 4 Stahlbunden, a (Abb. 165), gebildet, welche je über 2 Scheiben, c, laufen. Dieselben gewinnen ihren Halt dadurch, daß sie sich gegen gußeiserne mit umlaufendem Kühlwasser gefüllte Kasten, b, legen, an denen sie sich entlang bewegen. Der so geschaffene senkrechte prismatische Raum wird zunächst unten mit Asbest abgestopft und mit Eisen gefüllt. Sobald dasselbe unten erstarrt ist, beginnen die Rollen ihre Drehung, und die vier Bunde wandern gleichzeitig mit dem gegossenen Eisenkern nach unten, während oben, dem Bedarf entsprechend, Eisen nachläuft. Durch energische Kühlung wird dafür gesorgt, daß das unten vortretende Eisenstück bald kalt werde.

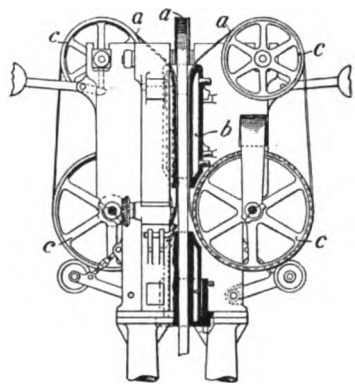


168 u. 164. Schmelzofen von Basse & Selve in Altena.
168 während des Schmelzprozesses. 164 während des Ausgießens.

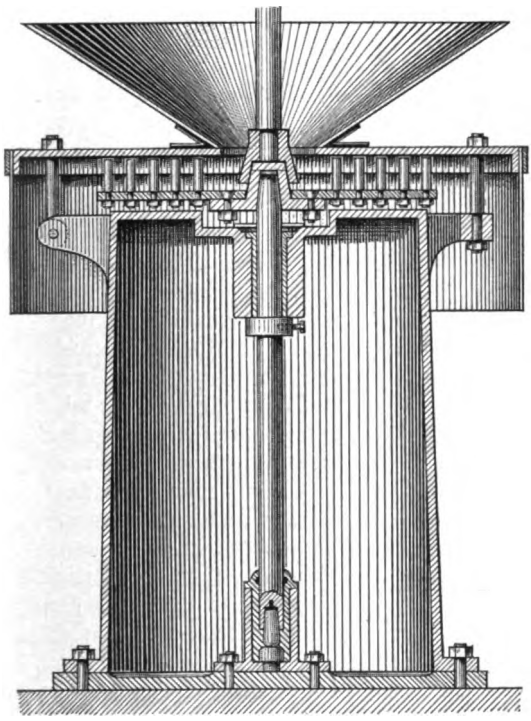
Das Material zur Herstellung der Formen zum weichen Eisenguß ist indessen stets ein Gemenge von Sand mit Thon. Diese Formen gehen durch den Guß verloren und müssen jedesmal neu hergestellt werden. Thon und Sand ergänzen sich gegenseitig in der Weise, daß der eine die Bindekraft, der andere die Durchlässigkeit bewirkt. Eine nur aus Thon bestehende Form würde in den meisten Fällen nicht imstande sein, die sich beim einfüllen der glühenden Masse bildenden Dämpfe und Gase schnell genug herauszulassen; dieselben würden sich einen Weg durch das flüssige Eisen selbst bahnen müssen und dadurch zum spritzen und zu Blasenbildungen Veranlassung geben. Anderseits würde eine aus reinem Sand hergestellte Form keine Widerstandsfähigkeit besitzen und leicht zusammenfallen oder von dem fließenden Eisen weggerissen werden. Formsand mit wenig Thon ist „mager“ und wenig widerstandsfähig; mehr Thon macht den Sand „fett“. Durch

Digitized by Google

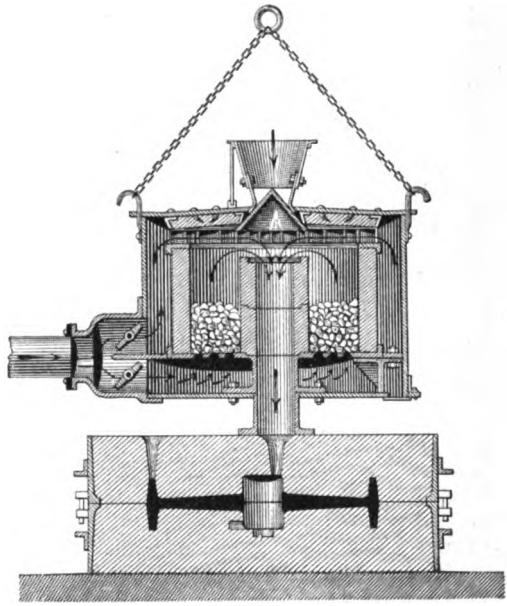
trocknen werden die Formen widerstandsfähiger und luftdurchlässiger. Außerdem geben solche gut getrocknete Formen dem Guß eine weichere Rinde. Nasse Formen machen die Oberfläche des Gusses hart, oft bis zur Glashärte. — Die Luftdurchlässigkeit wird vermehrt durch Beimengung organischer Stoffe, welche die Masse nicht nur an sich lockern, sondern auch bei der Berührung mit dem Guß verkohlen und so feine Wege für den Abzug der nachdrängenden Gase schaffen. Lehm, durch Sand und organische Stoffe verunreinigter Thon, ist daher ein gutes Material für Formen, welche durch trocknen eine große Widerstandsfähigkeit erhalten, und wird dann noch mit Kuhhaaren, kurzem Pferdemist, gehackter Putzwolle und ähnlichen Körpern gemischt, welche in der beschriebenen Weise lockernd wirken sollen.



165. Gießform für endlose Gußstücke.



166. Formsandmischmaschine.



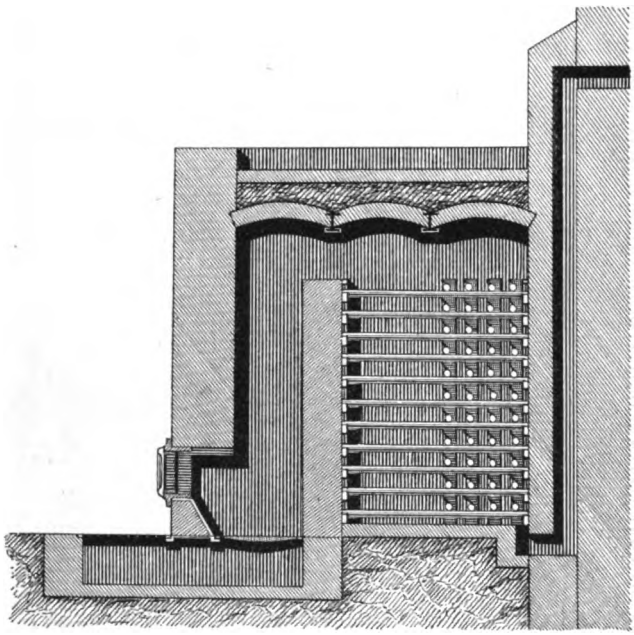
167. Trocknen der Form.

Zum formen kann nur bereits gebrauchter Sand verwendet werden, der nur mit einem geringen Teil frischen Formsandes gemischt wird. Dieses mischen muß möglichst innig geschehen. Für kleinere Verhältnisse und geringere Ansprüche genügt das sieben. Die guten Gießereien haben Formsandmischmaschinen, bei denen der Sand durch schlagen fein gemischt und außerordentlich gelockert wird. Abb. 166 zeigt eine solche Maschine, welche von oben her getrieben wird. Der Sand wird in den Trichter geschüttet und gelangt von dort auf eine schnell umlaufende, mit vielen Stiften besetzte Scheibe, welche er vermöge der Zentrifugalkraft zu verlassen bestrebt ist. Indem er diesem Streben folgt, wird er von den nach außen folgenden Stiften getroffen und so in gewünschter Weise gemischt und gelockert.

Das trocknen der Formen geschieht in verschiedener Weise. Die einfachste Art besteht in dem auflegen von Blechen auf die offenen Sandflächen, welche mit brennenden

Digitized by Google

Kohlen bedeckt werden, die man wohl durch anfachen glühend erhält. In der Neuzeit verwendet man besonders für diesen Zweck eingerichtete Öfen mit Gebläse, wie in Abb. 167 dargestellt, welche die heißen Abgase in die geschlossene Form oder durch dieselbe hindurchtreiben. Schärfere Trocknungen werden im Trockenofen bewirkt, in welchen die fertigen Formen hineingefahren werden. Diese Öfen enthalten im einfachsten Fall eine vorgelegte oder eingebaute Feuerung, deren Abgase den Raum durchziehen und so unmittelbar ihre Wärme an die Formkästen abgeben. Andere Trockenkammern sind mit mittelbarer Feuerung versehen (Abb. 168). Die Feuerkanäle liegen unter dem Boden oder laufen in Röhrenform an den Wänden entlang. Endlich läßt man auch die Gase erst in Kanälen unter dem Boden entlang und dann durch den Raum ziehen. Die Kammern sind meist mit Geleisen versehen, so daß die zu trocknenden Formen oder Kerne, wie wir weiter unten sehen werden, bequem ein- und ausgefahren werden können.

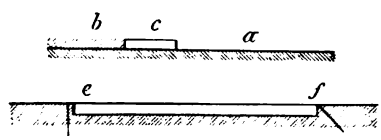


168. Trockenkammer.[3])

Die Herstellung der Formen ist überaus verschieden und umfaßt Arbeiten der denkbar einfachsten Art bis zur völligen Kunstfertigkeit.

Die einfachste Art ist die Herdformerei, wie wir sie schon bei der geschichtlichen Darlegung der Gießerei kennen gelernt haben. Hier müssen sogenannte Modelle vorausgesetzt werden, welche, einmal ausgeführt, immer wiederabgeformt und abgegossen werden können. Aber es gibt für noch einfachere Formen auch noch einfachere Wege und dies dann, wenn eben nur glatte brettartige Gegenstände herzustellen sind. Der Former macht sich in diesem Falle zunächst einen „Herd" (Abb. 169, a) zurecht und bildet sich die Ränder, b, dadurch, daß er Sand an einer Leiste, c, die er sich zurecht legt, aufhäuft und festdrückt. Nach dem entfernen der letzteren bleibt die Form, etwa eine viereckige Vertiefung (Abb. 170), zurück.

Um den Sand zu glätten, zu entfernen oder sonst modellierend zu behandeln, braucht er in der Regel nur 5 Werkzeuge: das Streichblech in verschiedenen Formen, Abb. 171, a u. e, das Rund- oder Polierblech, b, den Sandhaken, c, die Lanzette, d, und den Pinsel, denen sich bei komplizierteren Formen noch andere ähnliche und oft den persönlichen Gewöhnungen entsprechende Werkzeuge zugesellen. Der Pinsel dient nach sonstiger Fertigstellung der Form zum annässen der Ränder, wodurch dieselben die erforderliche Haltbarkeit erlangen. Diese muß zuweilen vermehrt werden durch einstecken von feinen Nägeln oder Haken, wie in Abb. 170e und f angegeben. Die in dieser Abbildung dargestellte Form bleibt offen und gibt den Herdguß. Wird der Boden nicht durch einfaches abstreichen und glätten, sondern durch eindrücken von vorgeformten Körpern, Modellen, gebildet, in welchem Falle die Randbildung unmittelbar an diesem Modelle erfolgt, also ohne die

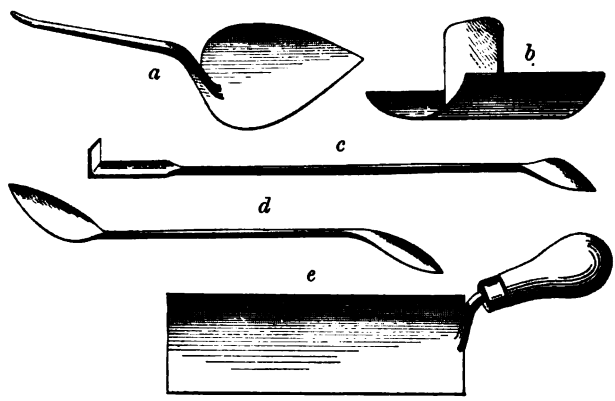


169 u. 170. Herdformerei.

Digitized by Google

Leiste der Abb. 169, so gelangen wir zu dem Wege, auf welchem jene alten Ofenplatten (Abb. 146, S. 62) erhalten werden.

Der Rücken — die obere freie Fläche — solcher Körper erscheint nun uneben. Soll derselbe glatt werden, so muß ein Kasten aufgesetzt werden, der im einfachsten Fall für sich mit Hilfe einer geraden Leiste abgestrichen werden kann. Man kann also auf diese Weise ohne Modell ein überall glattes event. sogar profiliertes oder sonst verziertes Brett erhalten, wenn die angewendeten Leisten entsprechend bearbeitet werden. Es ist dies das Formen „mit halbem Kasten". Die Form besteht also aus dem Herd (Abb. 170) und dem umgekehrt aufgelegten Deckkasten oder „Oberkasten", wie in Abb. 172 dargestellt ist. Damit dieser eine feste Lage erhält und nach etwa notwendig gewordenem abheben wieder genau in derselben Lage aufgesetzt werden kann, schlägt der Former Pflöcke (Abb. 172) ein. Zum einführen des Gusses wird der „Einguß" p, und zum abführen der Luft der „Steiger" q angeordnet. Letztere werden an die höchsten Stellen der Hohlform, oft zu mehreren gesetzt und unterbleiben nur bei kleinen Güssen. Auch die Eingüsse werden zuweilen mehrfach angebracht und zwar dann, wenn aus mehreren Pfannen gleichzeitig gegossen werden muß. Dies ist entweder erforderlich, wenn die vorhandene Pfanne für den beabsichtigten Guß nicht genügt, oder wenn man der Ausdehnung oder Feinheit des herzustellenden Gußstückes wegen oder vielleicht auch wegen mangelnder Flüssigkeit des Eisens befürchten muß, daß die Form von einem Punkt aus nicht ausfließe. Einguß und Steiger werden einfach dadurch hergestellt, daß man etwas konische Pflöcke mit einstampft, welche vor dem zulegen herausgenommen werden und die betreffenden Höhlungen zurücklassen.



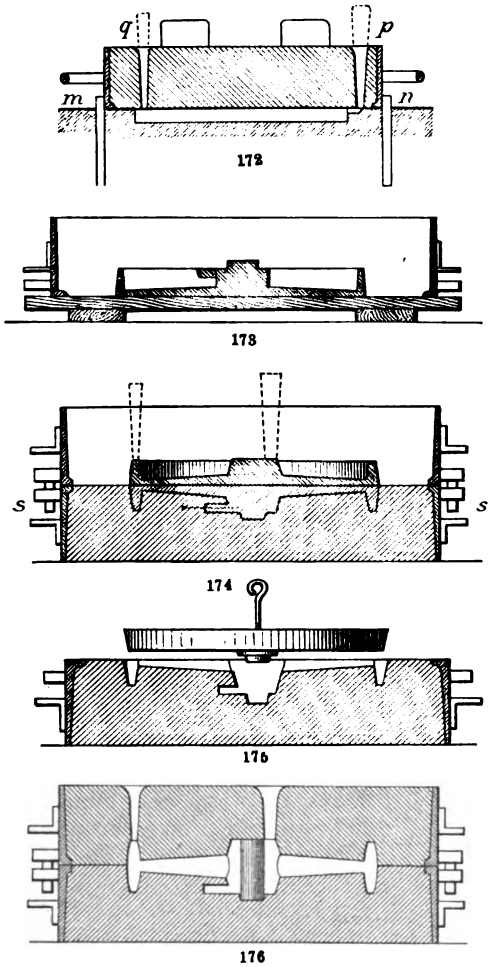
171. Formerwerkzeuge.
a, c Streichblech, b Rundblech, c Haken, d Lanzette.

In den meisten Fällen gehören zur Herstellung einer Gießform zwei Kästen, welche für sich aufgestampft werden. Der Oberkasten ist dann in der Regel nicht nur Deckkasten, sondern enthält einen Teil des Modelles. Für diesen Fall muß das Modell von der Trennungsebene der Kästen ab konisch zugearbeitet werden, auch nach oben, damit es sich gut aus dem Sande herausheben läßt. Kleine Stiftchen (Dübel) sorgen für die erforderliche Unverschiebbarkeit. In den Abb. 173 bis 176 ist das formen einer Riemenscheibe dargestellt, bei welchem die meisten der üblichen Vorgänge in die Erscheinung treten. Das Modell besteht aus zwei Hälften, weil die Scheibe zu breit, das Modell also zu hoch ist, um den Oberkasten mit Sicherheit gut abheben zu lassen; jeder Kasten hat also sein halbes Modell. Der Former legt zunächst eine Hälfte auf ein Brett, welches mit Vertiefungen versehen wird, wenn das Modell uneben geteilt werden mußte, setzt den Unterkasten verkehrt darüber (Abb. 173) und stampft auf, dreht das ganze Brett mit Kasten um, wobei beides meist gehörig verklammert werden muß, damit es schön zusammenbleibt, und nimmt dann das Brett ab. Die Oberfläche des Sandes wird nun mit Hilfe des Streichbleches und event. der Lanzette schön geglättet und dann mit feinem trockenen Sand, Ziegelmehl oder einem ähnlichen Körper bestreut, welcher das anhaften des Sandes des Oberkastens verhindern soll. Dann wird dieser aufgesetzt und aufgestampft (Abb. 174). Zum aufstampfen nimmt man zunächst besonders gut vorbereiteten, d. i. gut gemischten, fein gesiebten und lockeren Formsand, dem etwas frischer Sand und Kohlenpulver zugesetzt worden ist. Dieser wird an das Modell gebracht und gleichmäßig, nicht zu fest und nicht zu lose, angestampft. Dann wird weniger sorgfältig vorbereiteter Formsand ver-

Digitized by Google

wendet, bis der Kasten voll ist. Zu geeigneter Zeit, wenn genügend Sand zum halten der Pflöcke vorhanden ist, werden diese für Einguß und Steiger eingesetzt, wie in Abb. 174 angegeben ist, und durch andrücken von Sand vorläufig befestigt, bis sie durch die zunehmende Füllung festen Halt erhalten haben.

Das Stampfen geschieht mit Hilfe hölzerner kurzer, oft längerer, auch wohl der besseren Wucht wegen mit Gußknöpfen versehener „Stampfer“ (Abb. 178 u. 179), mit deren unterem Ende der ab und zu nachgeschüttete Sand festgetrieben wird. Hierzu gehört eine besondere Übung. Wird zu lose gestampft, dann fällt der Kasten, wenn er aufgehoben wird, leicht aus; der Sand gibt auch dem Drucke des flüssigen Eisens nach, und das Gußstück bekommt Beulen oder Auftreibungen. Wird zu fest gestampft, dann kann das durch die Hitze des flüssigen Eisens sich bildende Gas nicht entweichen und der Guß „kocht“, wird blasig.



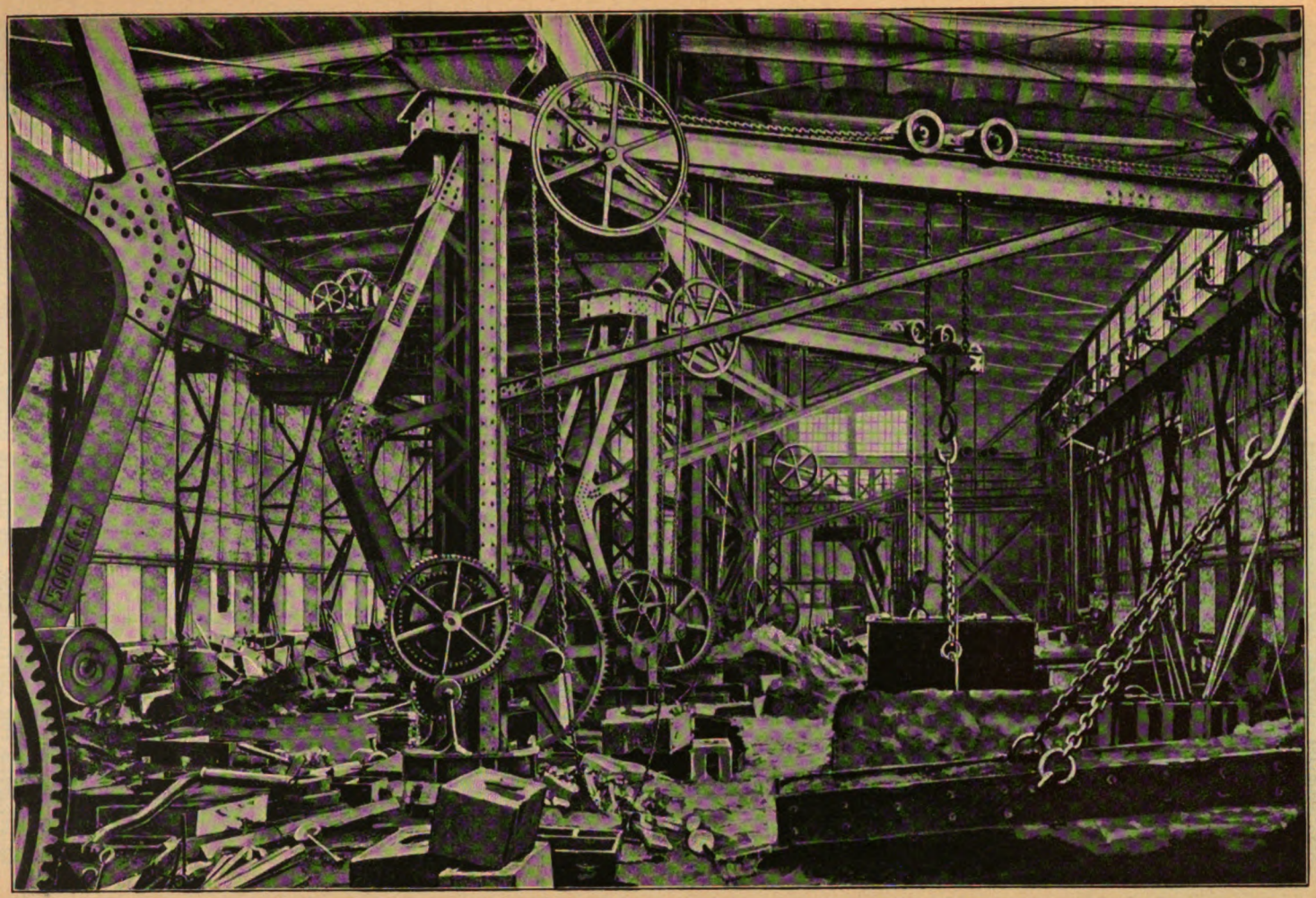
172
173
174
175
176

172—176. Kastenformerei.

Kleine und leicht zu hebende Kästen werden auf Tischen aufgestampft, vor denen der Former steht, wie uns die Abb. 189 darstellt. Die Stampfer sind hier meist kurz, werden auch zuweilen, namentlich gegen Ende der Arbeit, durch gußeiserne Kugeln ersetzt, welche auf dem Sande hin- und hergerollt werden. Für schwere Formerei ist dies nicht angängig. Hier stehen die Kästen unmittelbar auf dem Boden, der durch den Formsand gebildet wird (Grundformerei).

Nachdem nun auf die eine oder die andere Weise auch der Oberkasten aufgestampft worden, werden die Einguß- und Steigerpflöcke vorsichtig herausgezogen und die Kanten der so entstandenen Löcher schön abgerundet und geglättet; dann, wohl auch vor dem herausnehmen von Steiger und Einguß, muß noch „Luft gestochen“ werden, um den sich bildenden Gasen leichten Abzug zu verschaffen. Es geschieht dies mit Hilfe einer spitzen, langen Nadel, dem Luftspieß, welche recht häufig tief, bis auf das Modell, in den Sand gestochen wird. Nunmehr wird der Oberkasten vorsichtig abgehoben und umgedreht abgesetzt. Um die beim abheben stattfindende Bewegung zu sichern, werden die Stifte, s (Abb. 174), mit denen der eine Kasten in den anderen eingreift, etwas lang gemacht und auch einigermaßen passend eingerichtet, so daß Lockerungen möglichst vermieden werden. Außerdem gilt beim abheben und wiederzulegen die Regel, immer nach links zu drehen, damit der Oberkasten trotz der Lockerungen der Stifte, genau wieder in derselben Lage aufgesetzt wird, wie er aufgestampft worden. Unterlassungen dieser Regel ergeben ein versetzen der Form, was sich am Gußstück durch oft recht ärgerliche Unebenheiten erkennbar macht. War das Modell ungeteilt, so blieb es im Unterkasten liegen. Das abheben mußte dann um so vorsichtiger geschehen, je weiter das Modell in den Oberkasten hineinragte. Im vorliegenden Fall nahmen wir ein geteiltes Modell an, so daß

Digitized by Google

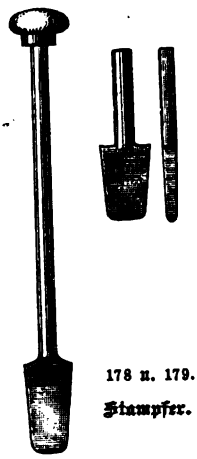


177. Eisengießerei der Gutehoffnungshütte in Sterkrade.

Digitized by Google

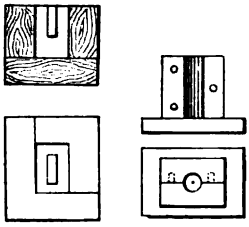
jede Hälfte in ihrem Kasten liegt und nunmehr herausgehoben werden kann. Bevor dies geschieht, werden, wie bereits erläutert, die das Modell berührenden Sandränder etwas mit einem Pinsel angefeuchtet, so daß sie eine größere Festigkeit erhalten, oder, wie der Former sagt, besser stehen. — Ist das Modell schwer, so wird es im Oberkasten auch wohl durch eingestampfte Schrauben befestigt, die dann wieder herausgedreht werden.

Modelle, welche viel gebraucht werden, sind mit Blechscheibchen versehen, in welche der Former behufs des heraushebens Schrauben einsetzt, um dasselbe sicher handhaben zu können. Im anderen Falle begnügt er sich damit, einen spitzen Eisenstab in das Holz zu treiben, so daß er im stande ist, es mit Hilfe desselben herauszuheben. Um dies zu erleichtern, wird an diesen Stab, in den verschiedensten Richtungen, seitlich geklopft, wodurch das Modell im Sande gelockert wird. Diese Lockerung vergrößert den Abguß und hebt die Wirkung des Schwindens bei kleineren Gußstücken auf.



178 u. 179. Stampfer.

In dem vorliegenden Falle steht dem herausheben des Modelles aus dem Unterkasten der kleine Ansatz (Abb. 174) entgegen, welcher sich nicht ohne weiteres herausheben läßt, ohne die Form aufzureißen. Aus diesem Grunde ist derselbe lose an das Modell angesetzt und nur durch einen Stift damit verbunden. Dieser Stift wird während des aufstampfens zu geeigneter Zeit herausgezogen, so daß nunmehr Modell und Ansatz getrennt sind und letzterer beim heraushebens des ersteren liegen bleibt. Nachdem das Modell entfernt worden, läßt sich jenes Stückchen leicht nach innen mit Hilfe einer Spitze herausbefördern, so daß nunmehr die Form in der gewünschten Weise hergestellt ist. Man sieht, daß dies nur dann möglich ist, wenn Raum für dies Modellstück vorhanden ist. Würde letzteres länger sein, als es die Höhlung, hier der Nabe, gestattet, so muß ein Kernstück angefertigt werden. Abb. 180 zeigt einen hierzu erforderlichen, aus Holz gefertigten, leicht auseinander zu nehmenden Kasten, welcher mit fettem Formsand oder einer besonderen hierzu gemischten Masse Kernsand, meist mit gepulvertem Kolophonium ꝛc. versetzt, vollgestampft und in einem heißen Raum oder auf einer heißen Platte getrocknet worden ist. Dieses Kernstück muß dann so in den Sand eingelegt werden, daß der Ansatz genau in die richtige Stelle kommt. Das Modell wird in einem solchen Falle mit einer entsprechenden sogenannten Kernmarke versehen, welche nach dem herausheben den erforderlichen Raum für das einlegen des Kernstückes schafft.



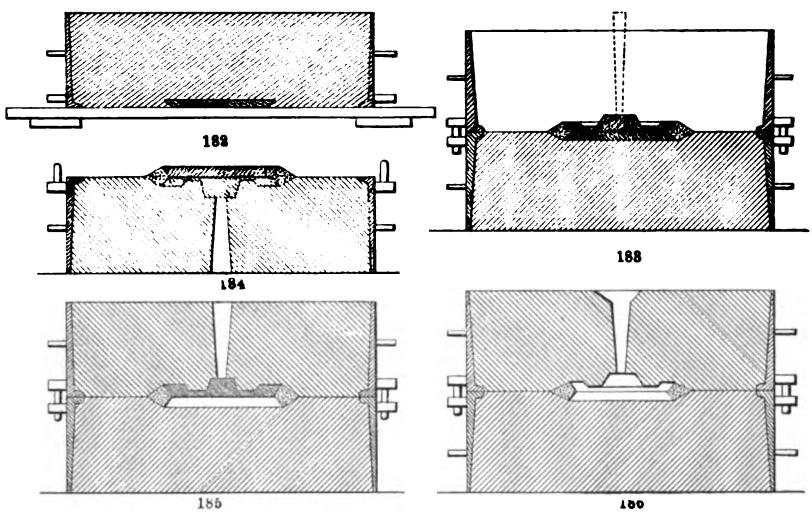
180 181 Kernkästen.

In der Regel werden die Riemenscheiben gleich beim Guß mit einem Loch versehen, welches an der Planscheibe der Drehbank ausgebohrt wird. Wenn ein solches Loch recht weit und kurz ist, so kann es wohl bereits am Modell angebracht werden, so daß es durch einen sich beim aufstampfen bildenden Sandkern erzeugt wird. Meistens werden jedoch derartige Löcher durch einlegen von Kernen gebildet, welche in besonderen Kernkästen, wie es bereits für Bildung des Nabenansatzes gezeigt, aufgestampft werden. Ein solcher Kernkasten ist in der Abb. 181 dargestellt. Er besteht aus zwei Hälften, welche, um ihre gegenseitige Lage zu sichern, miteinander verdübelt sind und je die betreffende halbe Höhlung enthalten. Sie werden auf ein Brett gestellt und mit der uns bereits bekannten Kernmasse vollgestampft, häufig zugleich mit einem eisernen Stift, der nach dem aufstampfen wieder herausgezogen wird. Die dadurch gebildete kleine Höhlung erleichtert den Abzug der Gase, für welche nach dem einsetzen des Kernes wohl auch noch ein besonderes Loch mit Hilfe des Luftspießes geschaffen wird. Der Kern wird wieder scharf getrocknet und vor dem zulegen eingesetzt. Um seine Lage zu sichern, ist das Modell wieder, wie früher erläutert, mit einer Kernmarke versehen, welche in der Form eine zur Aufnahme des unteren Endes geeignete Höhlung schafft. Der Kernkasten muß also um soviel länger, als die Nabe sein, wie diese Kernmarke vorsteht.

Digitized by Google

Derartige Kernmarken, wie wir sie oben auch für andere Zwecke als erforderlich erkannt haben, werden schwarz angestrichen, damit sie der Former sofort und ohne weitere Erläuterung als solche erkennt und sich auch nach dem dann notwendigen Kernkasten umsieht. Im anderen Falle könnte es leicht vorkommen, daß die betreffenden Ansätze voll abgegossen würden.

Sind nun so auf die eine oder andere Weise die beiden Kästen fertiggestellt worden, so wird „zugelegt", d. h. der Oberkasten wird vorsichtig, wieder unter Linksdrehung, aufgesetzt. In vielen Fällen ist die Form nunmehr zur Aufnahme des Gusses bereit. Wenn indessen zwischen den äußersten Punkten des Modelles und dem Kasten nur wenig Raum vorhanden ist, dann liegt die Gefahr vor, daß der Guß durchbricht. Man verschmiert dann den zwischen den Rändern des Kastens befindlichen Spalt zuvor noch mit Lehm. Die Gefahr des Durchbrechens wird vergrößert, wenn der Oberkasten sehr hoch ist, wodurch der Flüssigkeitsdruck vermehrt wird. Eine andere Gefahr liegt in der Möglichkeit, daß der Kasten durch diesen Flüssigkeitsdruck gehoben wird, was sowohl von der Höhe des Oberkastens als auch von dem horizontalen Metallquerschnitt abhängt.



182—186. Formen einer Rolle.

Dieser Querschnitt, multipliziert mit der Tiefe desselben, unter der obersten Stelle des Einguſſes, mißt den Druck, mit welchem der Oberkasten gehoben wird, und die erforderliche Belastung muß gleich sein dem Eisengewicht dieses Volumens, wobei das Gewicht des Oberkastens in Abzug gebracht werden kann. Aus diesem Grunde werden die Formkästen entweder verklammert oder, wie in Abb. 172, mit Gußstücken belastet, von denen in den Gießereien stets eine größere Zahl vorrätig gehalten wird. Dieselben haben oft zwar einfache, aber doch zum aufheben geeignete Formen und sind, falls sie durch Kräne bewegt werden müssen, mit Ösen zum anhängen versehen.

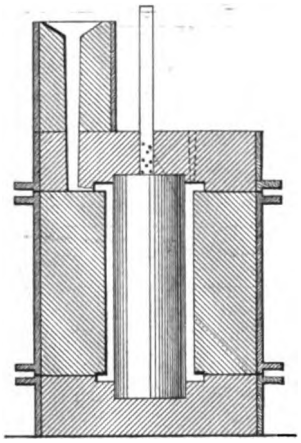
Nunmehr kann das gießen vor sich gehen, wobei nur noch wenige Maßregeln zu beachten sind. Das Eisen muß zunächst die richtige Temperatur haben. Feine Sachen gießt man heiß, damit man sicher ist, daß das Eisen bis in die fernsten Ecken fließt. Größere Gußstücke erfordern matteres Eisen, so daß oft längere Zeit gewartet wird, bis die Pfanne gekippt, der Guß vollzogen wird.

Nicht alle Modelle lassen sich in der oben beschriebenen Weise abformen; manche erfordern besondere Kunstgriffe. Es findet dies namentlich dann statt, wenn das Modell in der Mitte eingezogen ist, so daß sich die eingestampften Hälften nicht herausheben lassen. Im einfachsten Fall kann man noch mit zwei Kästen auskommen. Abb. 182 bis 186 zeigen eine in Guß herzustellende Rolle. Der Former stampft zunächst den Unterkasten auf (Abb. 182), nachdem er die untere Hälfte des Modelles umgekehrt auf

Digitized by Google

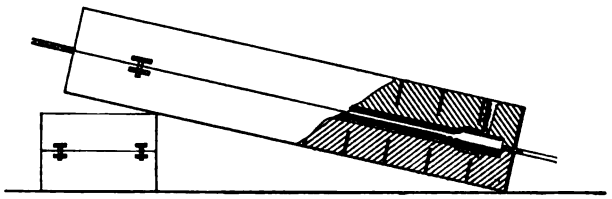
das Stampfbrett gelegt hat. Dann dreht er das Ganze um (Abb. 183), höhlt eine ringförmige Grube aus, bestreut die schön geglättete Fläche mit trockenem Sand, legt die obere Modellhälfte auf und bildet dann den in den Abb. 183 bis 186 erkennbaren Sandkern. Dann setzt er den Oberkasten darüber und stampft ihn mit dem Eingußholz zusammen auf. Nunmehr wird das Ganze umgedreht und der Unterkasten (Abb. 184) abgenommen, worauf sich die untere Modellhälfte, die jetzt oben liegt, entfernen läßt. Dann wird der Unterkasten wieder aufgesetzt, das Ganze abermals umgedreht (Abb. 185), wieder auseinander genommen, nach dem entfernen der oberen Modellhälfte wieder zugelegt und damit zum gießen fertiggestellt.

Ist die eingezogene Stelle des Modelles zu breit, um bei Anwendung von nur zwei Kästen einem Sandkern Raum zu gestatten, so gibt man demselben einen eigenen Kasten, arbeitet also dreiteilig. Bei mehreren Einziehungen sind entsprechend mehr Zwischenkästen zu verwenden. Abb. 187 zeigt einen dreiteiligen Kasten, welcher die Gußform zu einem besonders hohen eingezogenen Stück abgibt. Bei demselben wird vorausgesetzt, daß der Guß aus irgendwelchen Gründen stehend vollzogen werden soll.



187. Dreiteiliger Kasten.

Derartige Gründe können in dem Wunsche liegen, den Guß recht dicht zu erhalten, in welchem Fall man wohl auch noch einen „Kopf" aufsetzt, um die Drucksäule recht hoch zu machen. Auch der Umstand spielt hier häufig eine große Rolle, daß der Guß oben häufig durch Blasenbildung und nach oben schwimmende Unreinigkeiten, Schlacke ꝛc. leidet. Liegen derartige Rücksichten nicht vor, dann würde man das Rohrstück der Abb. 187 liegend gießen, wie in



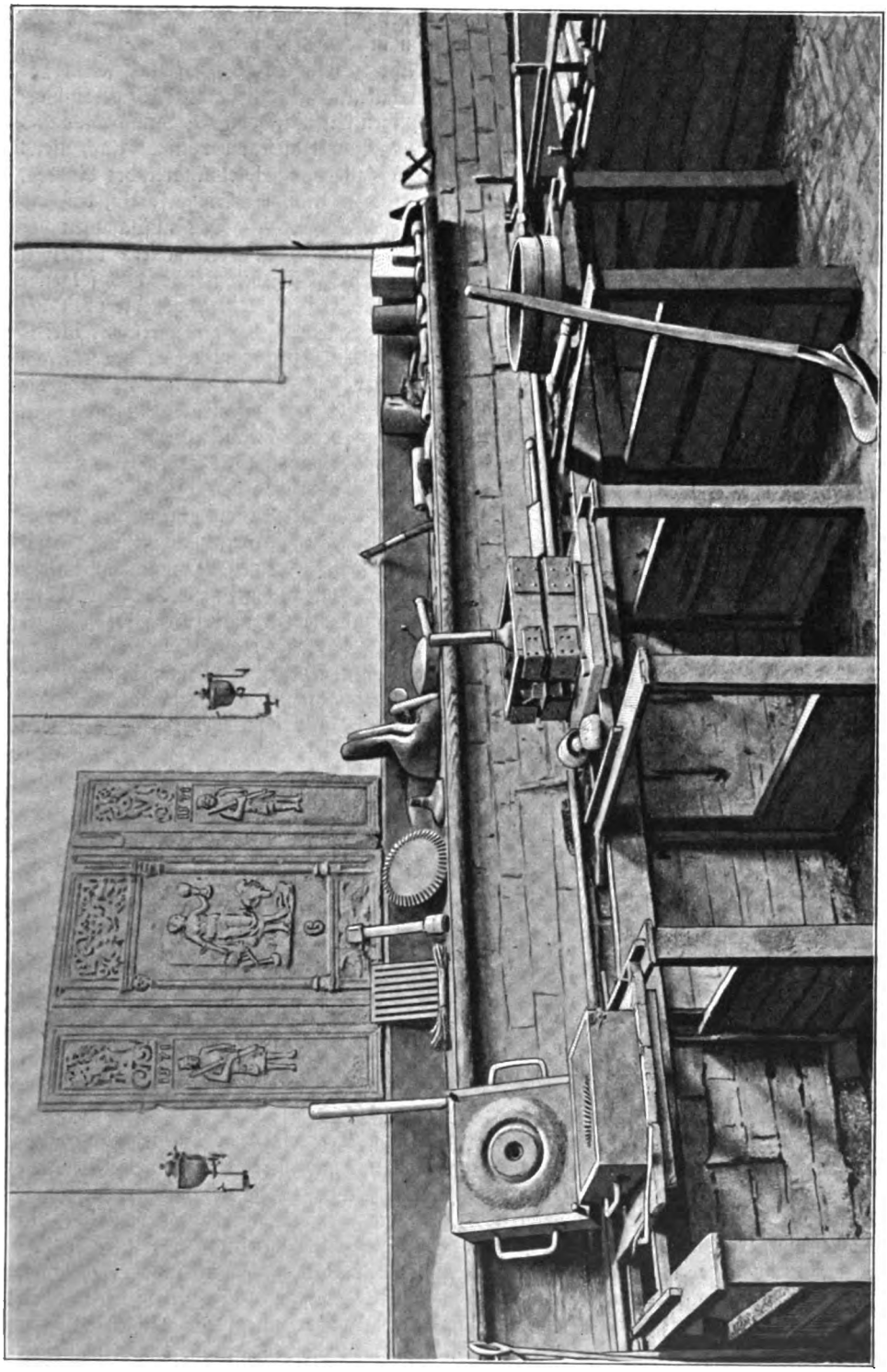
188. Rohrkasten.

der Abb. 188 angegeben. Dies führt uns auf die Rohrgießerei. Auch hier gießt man in liegende und stehende Formen.

Die Herstellung der Formen zum gießen der Rohre unterscheidet sich wenig von der bisher beschriebenen Methode. Die Modelle bestehen hier aus Gußeisen und sind sauber gedreht, damit auch der Guß recht schön glatt werde. Sie sind nur bei größeren Rohren geteilt, da sich ein cylindrischer Körper leicht aushebt. Besondere Sorgfalt erfordert die Herstellung der Kerne, welche möglichst rund und glatt sein müssen, damit die Wandstärke recht gleichmäßig ausfalle. Dieselben erhalten zunächst, wie alle längeren Kerne, eine Spindel, d. i. ein schmiedeeisernes vielfach durchlochtes Rohr, welches etwas länger ist, als der zum formen des zu gießenden Rohres dienende Formkasten. Dieser wieder erhält an seinen Enden halbkreisförmige Ausnehmungen, durch welche die Spindel beiderseitig hinausragt. Der Durchmesser der Spindel ist etwa 2 bis 4 cm geringer, als die lichte Weite des Rohres. Auf die Spindel wird ein angefeuchtetes, vielleicht auch schon mit Lehmbrei durchtränktes Strohseil gewunden, wozu eine sehr einfache Vorrichtung verwendet wird. Dieselbe besteht aus zwei Böcken, auf welchen die Spindel liegt, und einer Kurbel, welche auf die hierzu vorbereitete Spindel gesetzt wird.

Hat die Spindel, welche für große Rohrweiten oft aus Stäben zusammengesetzt werden muß und dann besondere Gestelle erfordert, ihr Strohkleid erhalten, so wird sie mit einem Gemenge von Lehm, Formsand und Kurzzeug, gehackte Putzwolle, Pferdedung ꝛc., belegt, mit Hilfe einer vorgelegten Schablone sauber abgestrichen und unter Wiederholung dieses Vorganges geglättet, worauf sie in einen Trockenraum gelangt.

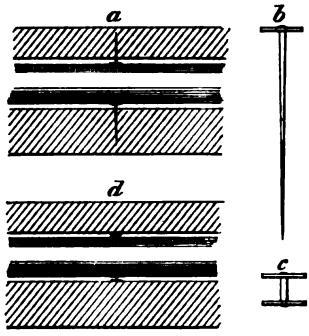
Digitized by Google



189. Eisenfarmerei. (Zu Seite 76.)

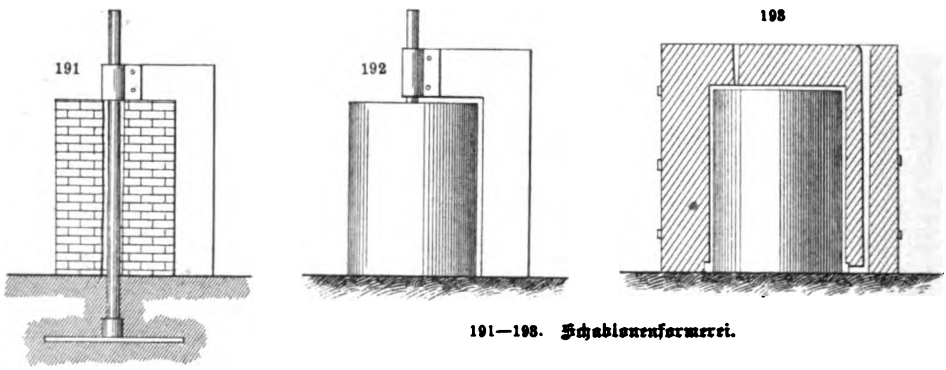
Digitized by Google

Vor dem einlegen wird sie mit Graphitwasser bestrichen und nachgetrocknet. Um, namentlich bei horizontaler Lage des Kastens, die Spindel gut in der Mitte zu halten und dem durchsenken entgegenzuarbeiten, werden Kernstützen in die Form gedrückt (Abb. 190 a—d), welche natürlich genau zu bemessen sind. Solche Kernstützen finden, wie die in der Abb. 171 erkennbaren Formerstifte oder Formerhaken, vielfach in der Formerei Verwendung. Sie bestehen (Abb. 190 b) aus einem spitzen Eisenstift von 4—5 mm Dicke und einem aufgenieteten Blechplättchen und werden häufig mit diesem verzinnt. Auch nietet man wohl, c, zwei Blechplättchen in der richtigen Entfernung, Metallstärke des Rohres, zusammen und legt die so gebildete Stütze so ein, daß der Kern darauf zu liegen kommt. — Das aufstampfen der Rohrkästen, sowie das zulegen und verklammern derselben bietet keine Sonderheiten, so wenig wie das folgende scharfe trocknen und das gießen. Um jedoch die oben beregten Übelstände zu vermeiden und einen reinen, gleichmäßigen Guß zu erhalten, gießt man die Rohre vielfach schräg (Abb. 188) oder senkrecht, zu welchem Zwecke die eigentlichen Rohrgießereien mit besonderen Einrichtungen zum heben und lagern der Formkästen versehen sind. — In einigen Gießereien geschieht das gießen, wie bereits oben bemerkt, direkt vom Hochofen aus.



190. Kernstützen.

Eine andere Art der Herstellung gußeiserner Rohre beruht auf der Benutzung der Zentrifugalkraft und liefert den Zentrifugalguß. Die Formen werden zu diesem Zweck genau vertikal aufgestellt und mit einer Vorrichtung in Verbindung gebracht, welche sie in schnelle Umdrehung versetzt. Das Eisen wird ziemlich warm eingeführt und verteilt sich vermöge der Zentrifugalkräft an den Wänden. Man erhält also auf diese Weise Rohre, ohne einen Kern verwenden zu müssen. Indessen bietet es hier außerordentliche Schwierigkeiten, die Wandstärke des Rohres an sich gleichmäßig zu erhalten, sowie die verschiedenen Rohre nach Vorschrift herzustellen. Der Zentrifugalguß hat daher keine Verbreitung gefunden und harrt noch seiner weiteren Ausbildung.

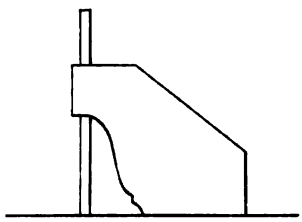


191—193. Schablonenformerei.

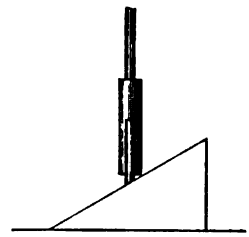
Die Formerei hat in den letzten Jahrzehnten drei besondere Zweigrichtungen erfahren, welche indessen nur als Ausbildung alter und uns bereits bekannter Verfahren anzusehen sind. Es sind das die Schablonen-, die Masse- und die Maschinenformerei. Die Schablonenformerei ist wohl so alt, wie die Formerei überhaupt, und älter, als die Eisengießerei an sich; denn sie entstammt der uralten Glockengießerei. Sie kann überall da angewendet werden, wo es sich um Drehkörper handelt, und wird in der modernen Formerei durch besondere Kunstgriffe unterstützt. Als einfachstes Beispiel diene uns das formen eines gußeisernen, starkwandigen Topfes, wie solche zum glühen von Draht, zum tempern ꝛc. vielfach angewendet werden. Man stellt zunächst, bei größeren Dimensionen aus Mauerwerk, einen Kern her (Abb. 191), welcher mit der uns bereits bekannten

Digitized by Google

„Masse“ beworfen und mit Hilfe einer Schablone sauber abgestrichen wird. Letztere ist an einem lang hervorragenden kräftigen Zapfen befestigt, dessen Achse naturgemäß gleichzeitig die des zu bildenden Topfes ist. Der so hergestellte Kern wird getrocknet und dann mit trockenem Sand beworfen, darauf wird derselbe mit Lehm umgeben, welcher mit Hilfe einer zweiten Schablone (Abb. 192), dem äußeren Durchmesser des Topfes entsprechend, genau, wie mit dem Kern geschehen, abgestrichen, geglättet und nach dem trocknen wiederum bestreut wird. Nun wird das bisher geschaffene, welches also genau



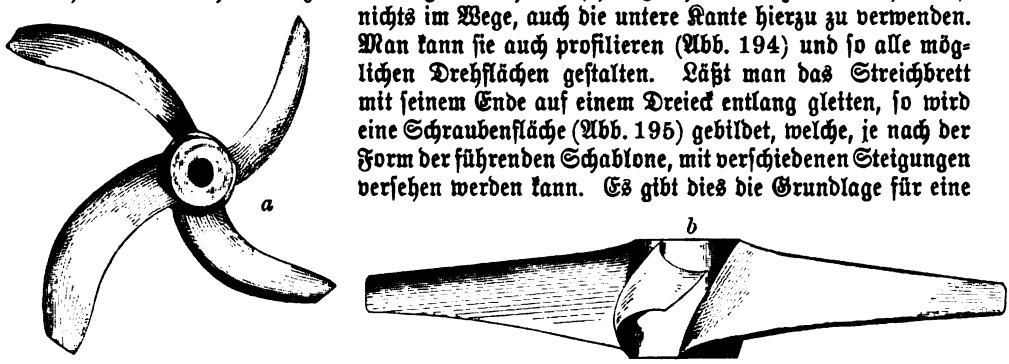
194. Formen einer Glocke.



195. Formen einer Schiffsschraube.

die Form des zu gießenden Topfes haben muß, mit einem abrückbaren, also aus Teilen bestehenden Mantel umgeben, der der erforderlichen Festigkeit wegen aufgemauert wird. Nach seiner Vollendung werden die Teile abgerückt, worauf der den Kern umhüllende Mantel entfernt und erstere gesäubert und mit Graphitwasser bestrichen wird. Ebenso wird das Innere des Mantels, der mit Einguß und Steiger versehen worden ist, behandelt. Dieser wird dann wieder an seine Stelle gebracht und mit Hilfe von eisernen Ringen ausreichend gefestigt (Abb. 193), worauf, nach vielleicht nochmaligem trocknen, mit Hilfe von durchgeführter heißer Luft, das gießen stattfinden kann.

Bei dieser Arbeit ist die innere Kante eines sich um einen vertikalen Zapfen drehenden Streichbrettes zur Bildung von cylindrischen Flächen benutzt worden; es ist nichts im Wege, auch die untere Kante hierzu zu verwenden. Man kann sie auch profilieren (Abb. 194) und so alle möglichen Drehflächen gestalten. Läßt man das Streichbrett mit seinem Ende auf einem Dreieck entlang gleiten, so wird eine Schraubenfläche (Abb. 195) gebildet, welche, je nach der Form der führenden Schablone, mit verschiedenen Steigungen versehen werden kann. Es gibt dies die Grundlage für eine



196. Schiffsschraube.
a Ansicht von oben, b Ansicht von der Seite.

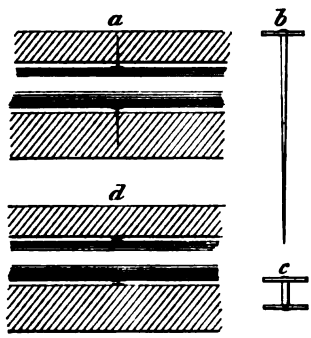
Schiffsschraube (Propeller; Abb. 196), zu der auch ein krummes Streichbrett verwendet werden kann, wie es einige moderne Propellerarten erfordern. Die in der Mitte der Abb. 196b sichtbare schräge Kante entspricht hierbei der schrägen Kante der Schablone Abb. 195.

Die reine Schablonenformerei hört nun da auf, wo andere als Rotationsformen geschaffen werden müssen. Man kann die Form einer Riemenscheibe in einem mit Hilfe der Schablone gebildeten Mantel herstellen, zur Not auch wohl einen Kern schaffen, nicht aber auf diese Weise die Arme. Hier nun tritt die moderne Masseformerei ein, welche Kernstücke mit heranzieht, das Modell also durch Schablone und Kernkasten und einige wenige Modellteile ersetzt.

Abb. 197 u. 198 zeigen, wie auf diese Weise eine Riemenscheibe geformt werden kann. In einen sektorförmigen Kasten (Abb. 197) wird ein Modell eingelegt, welches genau

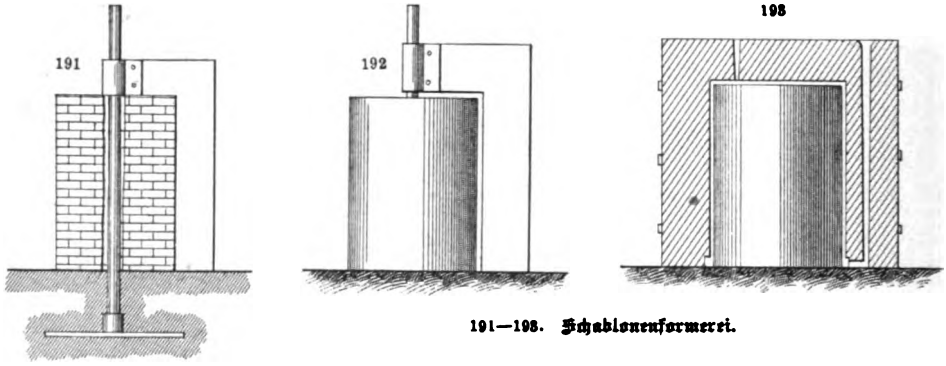
Digitized by Google

Vor dem einlegen wird sie mit Graphitwasser bestrichen und nachgetrocknet. Um, namentlich bei horizontaler Lage des Kastens, die Spindel gut in der Mitte zu halten und dem durchsenken entgegenzuarbeiten, werden Kernstützen in die Form gedrückt (Abb. 190 a—d), welche natürlich genau zu bemessen sind. Solche Kernstützen finden, wie die in der Abb. 171 erkennbaren Formerstifte oder Formerhaken, vielfach in der Formerei Verwendung. Sie bestehen (Abb. 190 b) aus einem spitzen Eisenstift von 4—5 mm Dicke und einem aufgenieteten Blechplättchen und werden häufig mit diesem verzinnt. Auch nietet man wohl, c, zwei Blechplättchen in der richtigen Entfernung, Metallstärke des Rohres, zusammen und legt die so gebildete Stütze so ein, daß der Kern darauf zu liegen kommt. — Das aufstampfen der Rohrkästen, sowie das zulegen und verklammern derselben bietet keine Sonderheiten, so wenig wie das folgende scharfe trocknen und das gießen. Um jedoch die oben beregten Übelstände zu vermeiden und einen reinen, gleichmäßigen Guß zu erhalten, gießt man die Rohre vielfach schräg (Abb. 188) oder senkrecht, zu welchem Zwecke die eigentlichen Rohrgießereien mit besonderen Einrichtungen zum heben und lagern der Formkästen versehen sind. — In einigen Gießereien geschieht das gießen, wie bereits oben bemerkt, direkt vom Hochofen aus.



190. Kernstützen.

Eine andere Art der Herstellung gußeiserner Rohre beruht auf der Benutzung der Zentrifugalkraft und liefert den Zentrifugalguß. Die Formen werden zu diesem Zweck genau vertikal aufgestellt und mit einer Vorrichtung in Verbindung gebracht, welche sie in schnelle Umdrehung versetzt. Das Eisen wird ziemlich warm eingeführt und verteilt sich vermöge der Zentrifugalkraft an den Wänden. Man erhält also auf diese Weise Rohre, ohne einen Kern verwenden zu müssen. Indessen bietet es hier außerordentliche Schwierigkeiten, die Wandstärke des Rohres an sich gleichmäßig zu erhalten, sowie die verschiedenen Rohre nach Vorschrift herzustellen. Der Zentrifugalguß hat daher keine Verbreitung gefunden und harrt noch seiner weiteren Ausbildung.

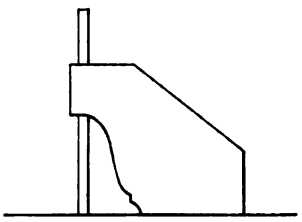


191—193. Schablonenformerei.

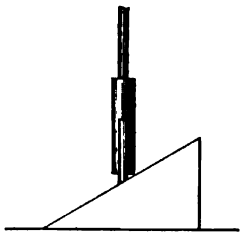
Die Formerei hat in den letzten Jahrzehnten drei besondere Zweigrichtungen erfahren, welche indessen nur als Ausbildung alter und uns bereits bekannter Verfahren anzusehen sind. Es sind das die Schablonen-, die Masse- und die Maschinenformerei. Die Schablonenformerei ist wohl so alt, wie die Formerei überhaupt, und älter, als die Eisengießerei an sich; denn sie entstammt der uralten Glockengießerei. Sie kann überall da angewendet werden, wo es sich um Drehkörper handelt, und wird in der modernen Formerei durch besondere Kunstgriffe unterstützt. Als einfachstes Beispiel diene uns das formen eines gußeisernen, starkwandigen Topfes, wie solche zum glühen von Draht, zum tempern 2c. vielfach angewendet werden. Man stellt zunächst, bei größeren Dimensionen aus Mauerwerk, einen Kern her (Abb. 191), welcher mit der uns bereits bekannten

Digitized by Google

„Masse" beworfen und mit Hilfe einer Schablone sauber abgestrichen wird. Letztere ist an einem lang hervorragenden kräftigen Zapfen befestigt, dessen Achse naturgemäß gleichzeitig die des zu bildenden Topfes ist. Der so hergestellte Kern wird getrocknet und dann mit trockenem Sand beworfen, darauf wird derselbe mit Lehm umgeben, welcher mit Hilfe einer zweiten Schablone (Abb. 192), dem äußeren Durchmesser des Topfes entsprechend, genau, wie mit dem Kern geschehen, abgestrichen, geglättet und nach dem trocknen wiederum bestreut wird. Nun wird das bisher geschaffene, welches also genau



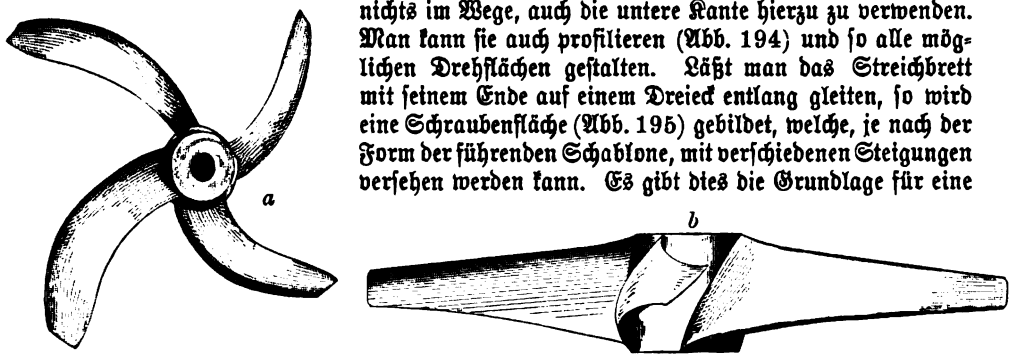
194. Formen einer Glocke.



195. Formen einer Schiffsschraube.

die Form des zu gießenden Topfes haben muß, mit einem abrückbaren, also aus Teilen bestehenden Mantel umgeben, der der erforderlichen Festigkeit wegen aufgemauert wird. Nach seiner Vollendung werden die Teile abgerückt, worauf der den Kern umhüllende Mantel entfernt und erstere gesäubert und mit Graphitwasser bestrichen wird. Ebenso wird das Innere des Mantels, der mit Einguß und Steiger versehen worden ist, behandelt. Dieser wird dann wieder an seine Stelle gebracht und mit Hilfe von eisernen Ringen ausreichend gefestigt (Abb. 193), worauf, nach vielleicht nochmaligem trocknen, mit Hilfe von durchgeführter heißer Luft, das gießen stattfinden kann.

Bei dieser Arbeit ist die innere Kante eines sich um einen vertikalen Zapfen drehenden Streichbrettes zur Bildung von cylindrischen Flächen benutzt worden; es ist nichts im Wege, auch die untere Kante hierzu zu verwenden. Man kann sie auch profilieren (Abb. 194) und so alle möglichen Drehflächen gestalten. Läßt man das Streichbrett mit seinem Ende auf einem Dreieck entlang gleiten, so wird eine Schraubenfläche (Abb. 195) gebildet, welche, je nach der Form der führenden Schablone, mit verschiedenen Steigungen versehen werden kann. Es gibt dies die Grundlage für eine



196. Schiffsschraube.
a Ansicht von oben, b Ansicht von der Seite.

Schiffsschraube (Propeller; Abb. 196), zu der auch ein krummes Streichbrett verwendet werden kann, wie es einige moderne Propellerarten erfordern. Die in der Mitte der Abb. 196b sichtbare schräge Kante entspricht hierbei der schrägen Kante der Schablone Abb. 195.

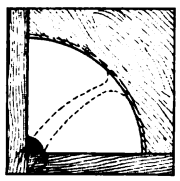
Die reine Schablonenformerei hört nun da auf, wo andere als Rotationsformen geschaffen werden müssen. Man kann die Form einer Riemenscheibe in einem mit Hilfe der Schablone gebildeten Mantel herstellen, zur Not auch wohl einen Kern schaffen, nicht aber auf diese Weise die Arme. Hier nun tritt die moderne Masseformerei ein, welche Kernstücke mit heranzieht, das Modell also durch Schablone und Kernkasten und einige wenige Modellteile ersetzt.

Abb. 197 u. 198 zeigen, wie auf diese Weise eine Riemenscheibe geformt werden kann. In einen sektorförmigen Kasten (Abb. 197) wird ein Modell eingelegt, welches genau

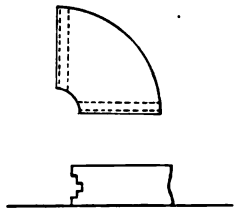
Digitized by Google

dem Arm der zu gießenden Riemenscheibe entspricht und so gestaltet sein muß, daß es sich herausziehen läßt. Dasselbe wird also eingestampft und dann entfernt.

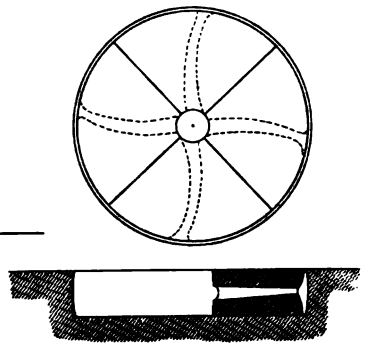
Da, wo sich das Armmodell aus irgend welchen Gründen nicht gut herausziehen läßt, etwa der Länge oder der Krümmung wegen, bildet man ihn (Abb. 197a) durch die



197



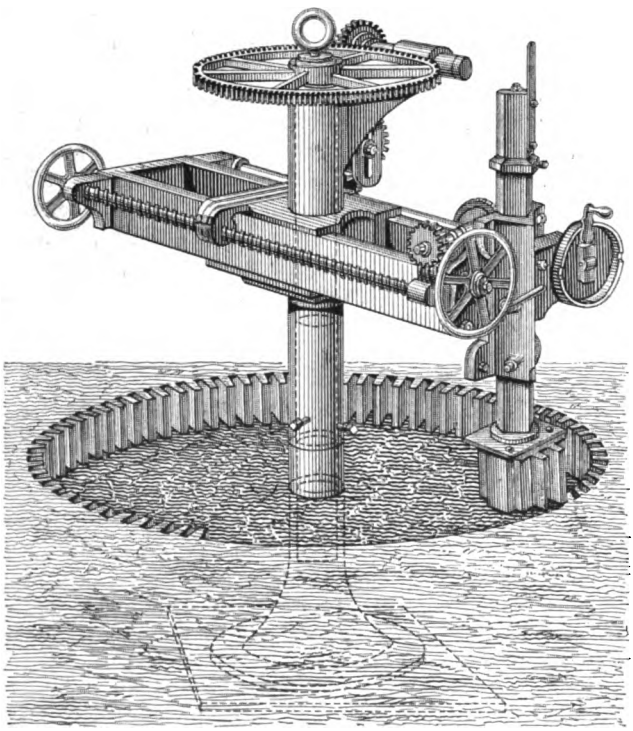
197a



197 u. 198. Riemenscheibe.

198

äußeren Begrenzungen der Kernstücke, so also, daß zwischen je zwei Kernstücken ein Arm entsteht. — Im vorliegenden Fall sind vier solcher Kernstücke (Abb. 198) erforderlich, welche, zusammengelegt, die Form durch hergestellte Schablone ausfüllt bis auf den Spielraum, den das Eisen einzunehmen hat. — Diese Art der Formerei hat vor der Modellformerei den großen Vorteil der Vielseitigkeit voraus: mit geringen Mitteln ist die Schablone geändert oder durch eine andere ersetzt; der Kernkasten ist leicht hergestellt, und das Armmodell kann sogar für verschiedene Riemenscheiben verwendet werden. Früher erforderte jede Riemenscheibe ein neues, oft recht kostbares Modell.



199. Räderformmaschine.[3])

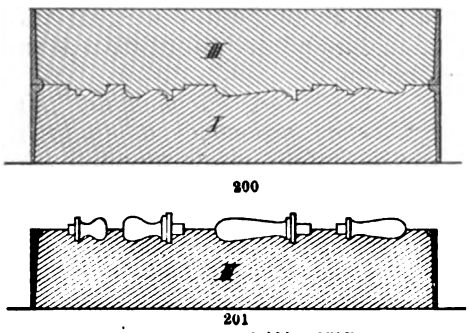
Eng hieran schließt sich die Räderformerei: Seilscheiben, Zahnräder und ähnliche Körper. Dieselben haben mit der Riemenscheibe die Nabe mit den Armen gemeinsam und bedürfen, wie jene, nur der entsprechenden Kernstücke. Kleine und flache Seilscheiben können auch am Umfang durch Schablonenstreichen geformt werden; man zieht des tiefen Einschnittes wegen indessen vor, auch diesen durch Kernstücke herzustellen, so daß nur die Einlagerung durch das Streichbrett vorbereitet wird.

Auch bei Zahnrädern würde die Bildung des Kranzes durch Kernstücke bewerkstelligt werden können, wenn man nicht auf den durchaus genauen Abstand der Zähne Rücksicht

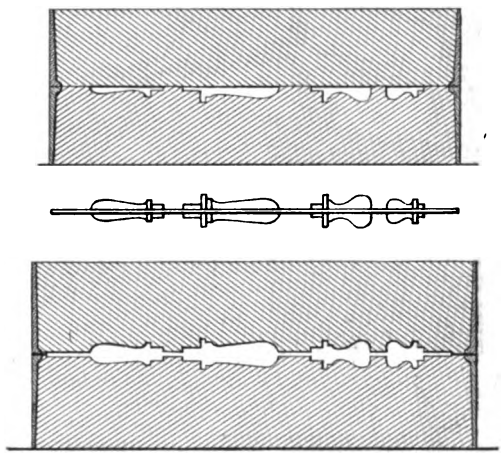
Digitized by Google

nehmen müßte. Aus diesem Grunde bildet man die Kernstücke, wie bisher beschrieben, den Zahnkranz aber fortlaufend aus Formsand mit Hilfe der Räderformmaschine.

Die Anlage einer Räderformmaschine entspricht vollständig der Schablonenformerei, enthält also als Grundlage eine vertikal im Formgrund eingemauerte Spindel. Dieselbe trägt (Abb. 199) ein aus zwei genau gearbeiteten, der Zahnlücke entsprechenden Modellzähnen bestehendes Modell, welches nicht nur vertikal auf- und niederbewegt werden, sondern auch ruckweise um die genaue Teilung — Entfernung zweier Zähne — versetzt werden kann. Das Modell ist aus diesem Grunde, wie aus der Abbildung zu ersehen, mit einer Führung versehen, welche die Auf- und Abbewegung vermittelt und mit der Spindel durch einen horizontalen Arm verbunden ist, der die Einstellung desselben für einen beliebigen Radius, also für ein zu formendes Rad ein für allemal gestattet. Die Spindel trägt oben ein Zahnrad mit Schnecke, wodurch die Drehung des Armes um die Spindel mit Hilfe von Wechselrädern bethätigt wird. Beim formen wird nun das Modell bis auf den vorher abgestrichenen Boden niedergesenkt und vollgestampft, so daß zunächst der Kern für eine Zahnlücke und die Begrenzung für zwei Zahnköpfe entsteht. Dann wird das Modell gehoben, so daß es von der aufgestampften Sandform frei wird, um eine Teilung gedreht und wieder bis auf den Grund niedergesenkt, worauf der zweite Lückenkern aufgestampft und damit



200 u. 201. Falsche Hälfte.



202 u. 203. Die Formplatte.

auch die Form für den ersten Zahn gebildet wird. So geht es weiter; Zahn reiht sich an Zahn und Lücke an Lücke, bis der ganze Kranz fertig gebildet ist. — Nunmehr wird die ganze Maschine abgehoben, um Platz für die weitere Arbeit zu gewinnen, welche zunächst in dem einlegen der uns bereits bekannten Kernstücke besteht, die Kranz, Arme und Nabe zu bilden haben.

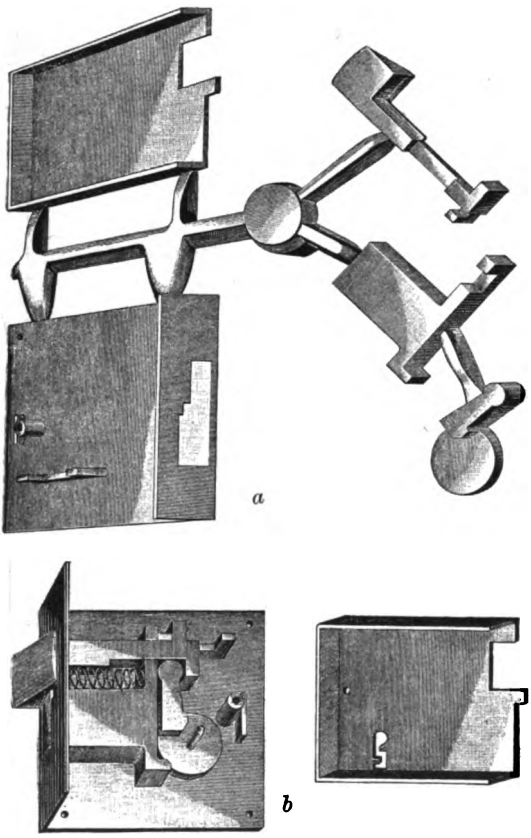
Die Räderformmaschine hat eine große Verbreitung gefunden und sich durch die mit Modellen unerreichbare Genauigkeit der Arbeit und den dadurch bewirkten sanften Gang der auf diese Weise hergestellten Räder beliebt gemacht. Eine wesentliche Vervollkommnung hat sie durch schraubenförmige Führung des Modellschaftes erhalten, welche es ermöglicht, auch die in dem Kapitel „Walzen" beschriebenen Kammwalzen herzustellen, denen sich die neuerdings in größere Verwendung tretenden Präzisionsräder, Stirn- und konische Räder mit schrägen Zähnen, anschließen.

Ebenso, wie Radnaben und Arme ohne Modelle, mit Hilfe von Kernstücken geformt werden können, ist jede beliebige andere Form auf diese Weise herzustellen. Und so hat sich aus der ursprünglichen Kernmacherei das mächtige Gebiet der Kernstück- oder Masseformerei entwickelt, welche heute in den großen Gießereien die Hauptrolle spielt. Alle die gewaltigen Stücke des modernen Maschinenbaues werden auf diese Weise hergestellt, und die Zahl der Modelle, welche große Räume zu ihrer Aufbewahrung beanspruchen, wird wesentlich beschränkt. Allerdings sind damit die Ansprüche, welche an den Former gestellt werden, wesentlich gesteigert worden, während die Bedeutung der Modell-

Digitized by Google

tischlerei in diesem Sinne zurückgegangen ist. Hierzu tritt das Bestreben des Maschinenbauers, die Zahl der Bestandteile möglichst zu beschränken, um an Verbindungen zu sparen, wodurch das betreffende Modell an Kompliziertheit zunimmt; also auch dieses Bestreben begünstigt die Masseformerei.

Dieser Art der Formerei entspricht in ihrer technischen Richtung die Kunstformerei, weil die Kunstobjekte seltener als Maschinenteile von mehr oder weniger ebenen Flächen begrenzt sind, die das herausziehen aus dem Formmaterial leicht gestatten. Wir finden daher die Art der Masseformerei, das zusammensetzen der äußeren Form aus Stücken, welche einzeln abgenommen werden können, namentlich in der Kunstgießerei vertreten, deren Gießstoff allerdings seltener Gußeisen als Bronze oder ein anderes wertvolleres und den Einflüssen der Luft gegenüber widerstandsfähigeres Metall ist.



204. Ein mit der Formplatte hergestellter Massenguß.

Anders liegt es mit denjenigen Abgüssen, welche in großer Zahl in derselben Form herzustellen sind. Hier tritt wieder das Modell in seine Rechte, welches der Masseformerei — der Herstellung von Formen derselben Art in großer Zahl — angepaßt worden ist, um die möglichste Genauigkeit und Sauberkeit mit größter Zeitersparnis zu vereinen.

Um in der Masseformerei Zeit zu sparen, verwendet man mehrere gleiche Modelle zu gleicher Zeit, und um diesen schnell eine sichere Lage zu geben, benutzt man die sogenannte falsche Hälfte.

Die Herstellung und Verwendung der falschen Hälfte geschieht dadurch, daß man zunächst einen Kasten (Abb. 200 I) auf dem gewöhnlichen Wege aufstampft, die nur halb darin abgeformten Stücke nach Belieben entweder derselben oder auch verschiedener Art herausnimmt und nun unter Wahrung der üblichen Regeln den Oberkasten (III) herstellt. Von diesem, der nur das Negativ des Unterkastens und zum gießen nicht zu brauchen ist, macht man einen Gipsabguß (Abb. 200 III), der also das Ebenbild des ersten Kastens (I), aber geeignet ist, dauernd verwendet zu werden. Derselbe dient nur zum aufstampfen des Oberkastens und bietet lediglich den Vorteil, das glätten und putzen zu erleichtern. Nach Fertigstellung desselben, was also überaus schnell und glatt vor sich geht, werden die Modelle eingelegt, der Unterkasten wird aufgestampft, und sonst in der üblichen Weise verfahren.

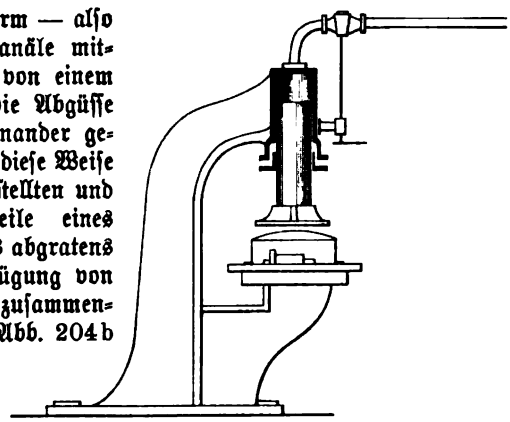
Eine andere Methode der Masseformerei beruht auf der Verwendung der Formplatte. Dieselbe besteht aus einer kräftigen Metallplatte (Abb. 202), welche beiderseitig die Hälften der zu formenden Modelle enthält. Man stellt eine solche Formplatte dadurch her, daß man zunächst, wie gewöhnlich, abformt, aber die Kästen nicht zusammenlegt, sondern durch je einen gerade abgestrichenen Kasten (Abb. 203) abdeckt. Durch abgießen dieser Kästen erhält man zu einander passende Hälften, die nun beiderseitig auf eine Messingplatte aufgesetzt werden, eine Arbeit, welche ziemlich schwierig genau aus-

Digitized by Google

zuführen ist. Denn es liegt die Gefahr vor, daß die Hälften nicht ganz genau einander gegenüberstehen und auf diese Weise verschobene Abgüsse geben. Am besten verfährt man dabei in der Weise, daß man die gegossenen Hälften zunächst zusammenpaßt und einigermaßen verlötet. Dann werden sie mit der Feile oder durch drehen so bearbeitet, als ob sie ganze Stücke wären, und senkrecht zur Nahtfläche verbohrt. Dann lötet man auseinander, legt die Hälften auf die zu verwendende Metallplatte und bohrt die Löcher durch diese weiter durch. Stiftet man nun die Gegenhälften auf der anderen Seite an, so müssen sie genau passen. Sicherer verfährt man, wenn man Ober- und Unterkasten wie gebräuchlich abformt und mit einem geringen, der beabsichtigten Plattendicke entsprechenden Abstand zulegt (Abb. 203), die Fuge abdichtet und nun mit Weißmetall, Messing oder auch wohl Eisen abgießt.

Die so erhaltene Platte dient nun zum aufstampfen sowohl des Unter- wie des Oberkastens, welche dann nur außerordentlich geringe Nacharbeit erfordern und meist direkt aufeinandergelegt werden können. Einen weiteren Vorteil erlangt man dadurch, daß man zwei halbe solcher Platten anfertigt und von diesen nur je die Gegenplatte gleichzeitig von zwei Arbeitern benutzen läßt, so also, daß der eine nur den Unterkasten und der andere nur den Oberkasten aufstampft, die dann beide aufeinandergelegt werden.

Die auf diese Weise zu mehreren mit einem Male abzugießenden Stücke sind in der Form — also bereits auf der Formplatte — durch Kanäle miteinander so verbunden, daß sie sämtlich von einem Einguß aus gegossen werden können. Die Abgüsse hängen also zusammen und müssen auseinander gebrochen werden. Abb. 204a zeigt die auf diese Weise in der Kgl. Fachschule zu Remscheid hergestellten und noch zusammenhängenden sämtlichen Teile eines Schlosses. Dieselben bedürfen nur noch des abgratens und einigen bohrens ꝛc., um unter Hinzufügung von Schrauben und Federn zu einem Schloß zusammengesetzt werden zu können, wie aus der Abb. 204b nach Abnahme des Deckels zu erkennen ist.

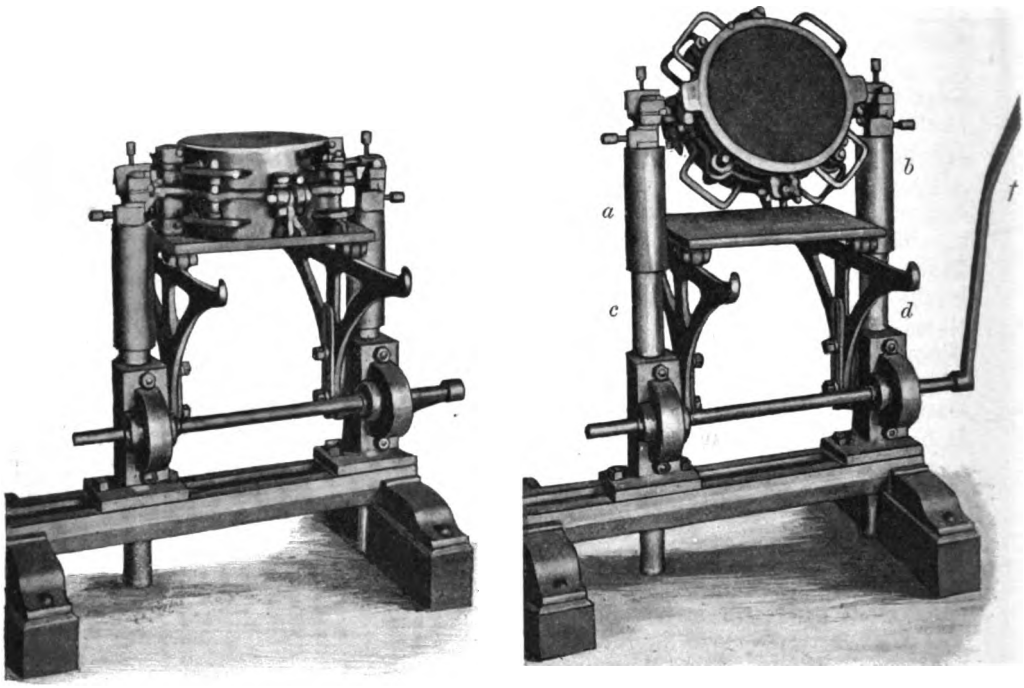


205. Formmaschine zum pressen.

Die andere Richtung in der Vervollkommnung der Formerei bezieht sich auf das ausheben des Modelles. Ist dasselbe einigermaßen tief, so erfordert das ausheben sehr große Übung, wenn nicht die Ränder beschädigt werden sollen, womit dann oft zeitraubende Flickarbeiten verbunden sind. Es führt dies zu den Formmaschinen. Dieselben sind in dreierlei Gestaltung denkbar. Die erste lehnt sich an die Formplatte an, welche wir soeben kennen gelernt haben, und besteht aus dieser, welche den Boden des Formkastens bildet, und einer Preßvorrichtung (Abb. 205), welche dem Arbeiter das stampfen abnimmt. Derselbe hat also nichts zu thun, als den Kasten auf das Modell, die Formplatte zu setzen, ihn mit Sand zu füllen, der ihm durch eine Leitung nach Öffnung eines Schiebers zufließt, den gefüllten Kasten auf den Preßtisch zu legen, diesen anzustellen und den gepreßten Kasten nachzufüllen und abzustreichen. Sein Nachbar thut dasselbe mit dem Oberkasten, setzt beide aufeinander und übergibt sie der Gießerei. Auf diesem Wege geht das formen außerordentlich schnell vor sich. Die zweite Gattung der Formmaschinen bezweckt lediglich das sichere ausheben und überläßt das aufstampfen dem Arbeiter. Hier handelt es sich nur um eine Einrichtung, welche das Modell, besser die Formplatte, senkrecht aushebt, oder festhält und den Kasten senkt. Abb. 206 u. 207 stellen eine Formmaschine zum abgießen von kleinen Gewehrteilen und ähnlichen Stücken dar. Auf horizontalen, in der Abbildung leicht erkennbaren Schienen läuft ein Rolltisch, welcher sich in der hinteren Lage in der Mitte des Gestelles befindet, und zwar unter der dort drehbar angebrachten Formplatte, und welcher in der vorderen Lage den Kasten so aufnehmen kann, daß er mit Formsand zu füllen ist. Derselbe wird dann zurückgerollt

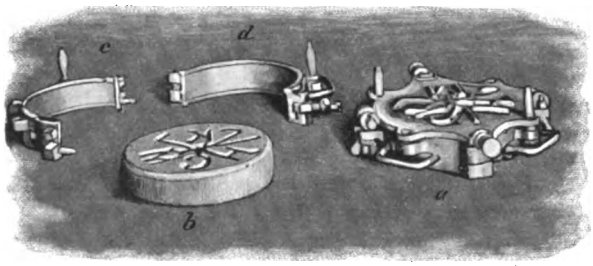
Digitized by Google

und in die hintere Lage, also unmittelbar unter die Formplatte gebracht. Durch Drehung des Handhebels wird der Tisch gehoben und gegen die Formplatte gepreßt, womit der Unterkasten fertiggestellt ist. Der Kasten wird nunmehr gesenkt und abgenommen; ein anderer, der Gegenkasten, wird an seine Stelle gesetzt, mit Formsand gefüllt und hintergerollt. Zuvor aber ist die Formplatte umgedreht worden, so daß sie die andere Seite nach unten kehrt, welche nun auf den Kasten gepreßt wird. Der Vorgang vollzieht sich außerordentlich schnell und sicher. Diese winzige Formmaschine ist für kleine Gußsachen, Eisen, Zinn und Legierungen aller Art, wie Gewehrteile, im vorliegenden Fall Buch-



206 u. 207. Kleinformmaschine zum ausheben.

staben und dergl. bestimmt und besitzt zwei kreisrunde Formkasten, welche zu beiden Seiten der Formplatte durch Hängeschrauben zusammengespannt werden. Die Formplatte, in Abb. 208 bei a deutlich zu erkennen, ist mit zwei Zapfen versehen, auf welchen das Ganze, Kasten und Platte, in Lagern hängt, welche sich oben an vertikalen Hülsen, a und b Abb. 207, befinden. Diese Hülsen laufen auf den beiden Säulen c und d, und mit ihnen lassen sich die Formkasten mit Hilfe eines Hebels f heben und senken. Während des aufstampfens ruhen die Kasten auf dem Tisch (Abb. 206), wo zunächst der obere gefüllt und vollgestampft wird, worauf, nach Bethätigung des Hebels (Abb. 207), die Kasten gedreht werden, so daß der bisher untere nach oben kommt und ebenfalls aufgestampft werden kann. Dann werden die verbindenden Klammern gelöst; der Unterkasten wird zuerst abgenommen und der Oberkasten daraufgesetzt, wobei die Führungsstifte für richtiges zusammenpassen

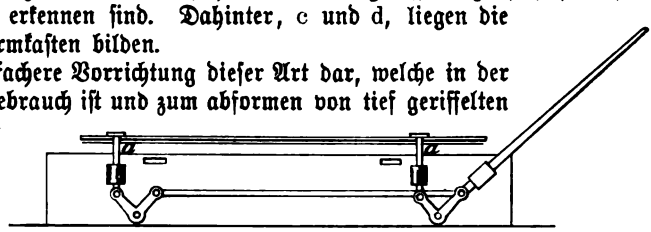


208. a Oberer Formkasten mit der Formplatte, b Sandkuchen (untere Hälfte), c, d Formkastenhälften.

Digitized by Google

sorgen. Alsdann werden die halbkreisförmigen Wandungen der Kasten gelöst, so daß nunmehr die beiden Sandformen frei dastehen, zum füllen bereit. Abb. 208 bei b zeigt einen solchen Sandkuchen und zwar die untere, hier unbedeckt gelassene Hälfte, so daß die Formen, Buchstaben, zu erkennen sind. Dahinter, c und d, liegen die halben Ringe, welche den Formkasten bilden.

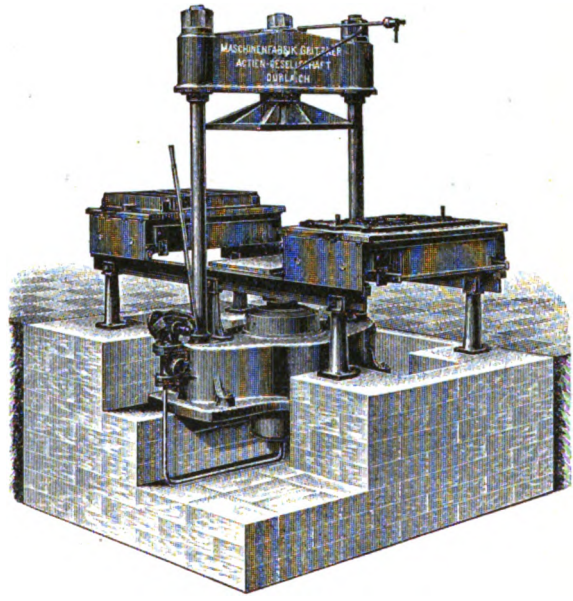
Abb. 209 stellt eine einfachere Vorrichtung dieser Art dar, welche in der Fachschule zu Remscheid im Gebrauch ist und zum abformen von tief geriffelten Platten dient. Das metallene, also schwer zu handhabende Modell ist mit abschraubbaren Leisten versehen, welche über den Rand des Formkastens hinaus vorstehen und von den Stiften a erfaßt werden können. Diese Stifte werden durch die in der Zeichnung erkennbare Parallelführung an allen vier Ecken gleichmäßig gehoben und heben dadurch die Platte aus. Die genannten Leisten werden nach dem aufstampfen und umdrehen des Unterkastens abgeschraubt und erst behufs des aushebens, also nach Fertigstellung und abheben des Oberkastens, wieder angeschraubt.



209. Formmaschine zum ausheben.

Nach dieser Methode sind die meisten Formmaschinen konstruiert; man überläßt dem Former das stampfen, was namentlich bei tiefen und komplizierten Gußstücken doch nur selten mechanisch durchgeführt werden kann, und legt den Hauptwert auf das sorgfältige ausheben der Modellteile.

Die vollkommenste Gattung der Formmaschinen ist daher die, bei welchen sowohl die Pressung des Sandes als auch das ausheben des Modells rein mechanisch erfolgt. Zur Herstellung des Druckes verwendet man bei kleineren Maschinen Hebelwerke, bei größeren sowohl Preßluft, wie in der Abb. 205 gedacht, als auch Preßwasser.



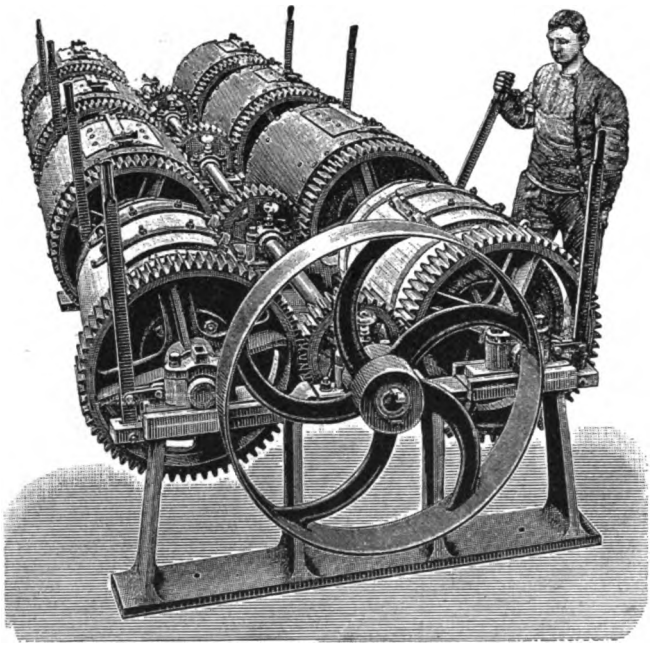
210. Formmaschine von Gritzner.

Als Beispiel für eine vollständige Formmaschine bewährter Konstruktion diene die Maschine der Maschinenfabrik Gritzner, A.-G. in Durlach. Dieselbe (Abb. 210) besteht aus einer hydraulischen Presse, unten das Pumpwerk, oben der Kopf, beide durch kräftige Zugstangen miteinander verbunden, und dem Formgestell nebst Kasten. Das Gestell besteht im wesentlichen aus zwei Schienen mit darauf laufenden Tischen, so eingerichtet, daß sich jeder derselben unter die Presse schieben läßt. Die Schienen enthalten also je mindestens drei Tischbreiten als Längen. In der Zeichnung erkennt man die auf dem vorderen Tisch aufgeschraubte Modellhälfte, auf welche der umgekehrte, auf dem hinteren Tisch sichtbare Formkasten gesetzt wird. Nunmehr wird der letztere mit Sand gefüllt, mit dem Tisch unter die Presse geschoben, von dem alsdann angestellten, aufsteigenden Preßkolben gehoben und dem Druck so lange ausgesetzt, bis kein nachgeben des Sandes mehr stattfindet. Dann wird der in der Zeichnung erkennbare, zum anstellen der Presse dienende Hebel auf ablaufen gestellt, wonach sich der Tisch langsam senkt. Dabei setzt sich der Formkasten auf geeignete Anschläge auf, bleibt zurück, und das Modell senkt sich sauber

Digitized by Google

aus der Form heraus, was durch leichtes klopfen während dieses Vorganges unterstützt wird. Währenddessen hat ein anderer Arbeiter den anderen Kasten vorbereitet und mit Sand gefüllt. Der erste Kasten wird heraus-, der andere hineingeschoben, und der Vorgang wiederholt sich in gleicher Weise. Mit dieser Maschine können vier Former in 10 Stunden bis 200 gußfertige Formen von 650. 550. 240 mm fertigstellen.

Zum reinigen des fertigen Gusses dienen in den größeren Fabriken Trommeln oder Sandstrahlgebläse. Erstere gleichen den gewöhnlichen Rollfässern, in denen sich die Gußstücke aneinanderreiben, unterstützt durch kleine hinzugesetzte Bruchstücke oder auch gußeiserne Sternchen, welche mit ihren Spitzen in die feinsten Ecken gelangen. Abb. 211 zeigt eine größere Anlage dieser Art. Bei Verwendung des Sandstrahlgebläses werden die Gußstücke auf eine sich langsam umdrehende horizontale Platte gelegt und der Wirkung verschiedener durch Dampf erzeugter Sandstrahlen ausgesetzt, welche nicht nur den noch anhaftenden Formsand leicht und schnell entfernen, sondern auch dem Guß eine schöne, gleichmäßige Oberfläche verleihen.



211. Rollfaßanlage.

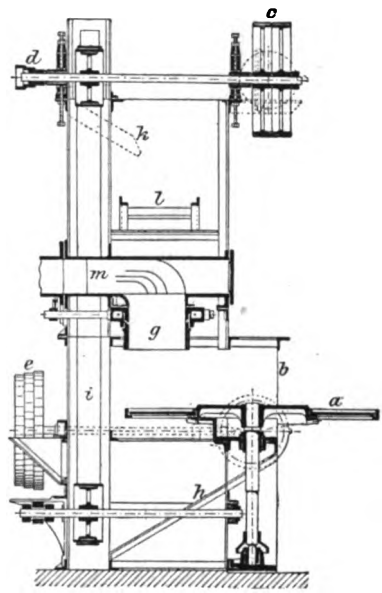
Die Grundlage eines solchen Sandstrahlgebläses ist ein kräftiger Luft- oder Dampfstrom, welcher nach Art des Exhaustors Sand mit sich reißt und gegen die zu behandelnden Flächen schleudert. In den Abb. 212 u. 213 sehen wir in m ein horizontales Rohr, in welches Luft von 500 mm Druck gepreßt wird und dessen offenes Ende in einem trichterförmigen Raum im Sande liegt, dessen Zutritt durch zwei in Abb. 213 erkennbare Klappen geregelt werden kann. Der Luftstrahl reißt den Sand mit und schleudert ihn senkrecht nach unten. Hier befindet sich (Abb. 212) jene sich langsam drehende von c bezw. d und e aus getriebene Platte a, deren eine Hälfte aus dem Apparat, durch eine Gummiplatte getrennt, herausragt, so daß die andere, größere Hälfte, welche mit den darauf befindlichen Rohgußstücken dem Sandstrahl ausgesetzt ist, einigermaßen staubdicht abgeschlossen ist. Der von dem Luftstrom weitergetriebene Sand fällt hinunter und wird durch die schräge Platte h nach links gelenkt, wo er von den Bechern eines Elevators i aufgenommen und nach oben geführt wird. Der Antrieb desselben erfolgt ebenfalls von der Riemenscheibe c aus. Der Sand fällt dann durch die schräge Rinne h hinunter, wird durch das Sieb l verteilt und gelangt dann wieder an die Ausgangsstelle zurück. Bei schweren Gegenständen leitet man den dann meist durch Dampf getriebenen Sand durch einen Schlauch mit Mundstück (Abb. 214) gegen die zu bearbeitenden Flächen.

Diese Maschinen werden von Alfred Gutmann in Ottensen gebaut. Die Badische Maschinenfabrik verwendet nur Schleuderkraft, welche durch ein mit 300 min. Umdrehungen arbeitendes Schleuderrad hervorgebracht wird („Zeitschr. d. Ver. Deutscher Ingenieure, 1899“).

Die größte mechanische Formerei ist wohl die von Westinghouse in Wilmersdorf bei Pittsburg. Abb. 215 zeigt die allgemeine Anordnung solcher Anlagen. Wir sehen bei a

Digitized by Google

die beiden Hochöfen auf einem erhabenen Arbeitsraum und darum in einem Oval eine große Anzahl Geleiswagen, welche langsam links herum wandern; bei b stehen die Formmaschinen, denen der Sand durch eine lange Leitung von der Sandgrube c her zugeführt wird. Die leeren Kasten gelangen von links her zu den Formern, welche sie durch ziehen eines Schiebers füllen und durch bedienen eines Hahnes (vergl. Abb. 205) pressen, dann auffüllen, noch einmal pressen und abheben. Wie bereits oben erläutert, formt der Nachbar den anderen Kasten. Der erste setzt dann den Kasten auf den Gießstand, der andere den seinen darauf, und das gießen kann stattfinden. Dann werden die Kasten wieder auf die Wagen zurückgesetzt, mit denen sie den langen Weg bis zur Sandgrube antreten. Inzwischen sind die Gußstücke bereits genügend abgekühlt, und die Kasten werden daher in die Grube entleert. Dort wird der Sand mit etwas frischem gemischt, angefeuchtet und in die Mischmaschine d geworfen, welche ihn gebrauchsfähig wieder abgibt. Von hier wandert er zum Elevator, der ihn in die Sandleitung wirft, in welcher er durch Transportvorrichtung den Formmaschinen zugeführt wird. Abb. 217 zeigt das Innere der genannten Gießerei: links die Formmaschinen und rechts der vordere Teil der Wandervorrichtung für die Formkasten, bei welcher die Tischplatten auf Rollen laufen; Abb. 216 zeigt die gewaltige Anlage von außen.

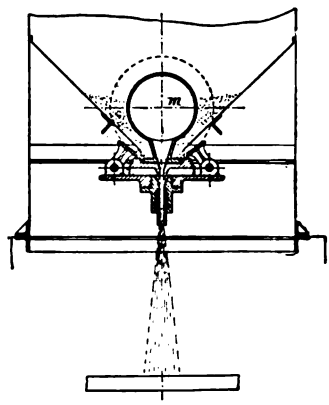


212. Sandstrahlgebläse.

Die Stahlgießerei.

Unter Gußstahl versteht man ein Material, welches in Tiegeln erzeugt wird und sowohl als Werkzeugstahl, wie auch, nach dem Vorgange von Krupp, zu großen Güssen verwendet wird. Zuerst waren es Kanonen, welche, aus diesem Material hergestellt, sich den großen Ruf als „Kruppsche Kanonen" erwarben; und dann ist man gegen Ende der 70er Jahre (Hagener Gußstahlwerke) dazu übergegangen, auch anderen Formguß, wie namentlich Kammwalzen (s. „Walzwerk") daraus zu fertigen.

Wird Stahl in großer einheitlicher Menge, heute meistens im Martinofen, hergestellt und in Formen gegossen, so erhält man Stahlformguß oder schlechthin Stahlguß. Die Herstellung desselben gelang erst, nachdem es möglich geworden war, die erforderliche Temperatur zu erzeugen. Das nähere hierüber ist in dem Kapitel „Hüttenwesen" erläutert.



213. Sandstrahlgebläse.

Der Stahlguß ist zuerst*) vom Bochumer Verein für Spezialzwecke angefertigt worden. Da bei dem Verfahren des Bochumer Vereins nur hartgebrannte Formen in Anwendung kamen, so war die Verwendung des Stahlgusses auf gewisse einfache Formen beschränkt. Anfang der 70er Jahre fing man an, Stahlguß in getrocknete Formen zu gießen, welche ein schrumpfen der Stücke mehr oder minder gestatten; damit wurde die Anwendung von Stahlguß allgemeiner, es haftete demselben aber noch der Fehler der Porosität und vielfach einer zu großen Sprödigkeit und Härte an.

Die Fortschritte, welche die Fabrikation von Stahlguß in den letzten 20 Jahren, insbesondere im letzten Dezennium, in Bezug auf Dichtigkeit und leichte Bearbeitung gemacht hat, sind ganz bedeutende. Bei zuverlässiger Dichtigkeit, wie solche bei Guß über-

*) Nach einer Mitteilung des Herrn Moritz Böcker, Remscheid.

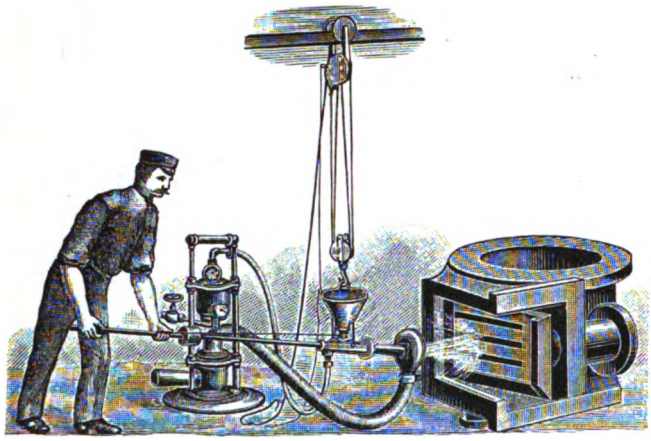
Digitized by Google

haupt in Betracht kommen kann, werden heute Qualitätszahlen garantiert, welche sich von denen für geschmiedetes und gewalztes Material nicht wesentlich unterscheiden.

Man unterscheidet in der Hauptsache 4 Arten Stahlguß.

1. Weicher Stahlguß mit einer Festigkeit von 35—40 kg und einer Dehnung von 20—25 %. (200 mm Versuchslänge.)

Diese Qualität wird hauptsächlich für elektrische Maschinen verwendet, da sie dieselben magnetischen Eigenschaften besitzt, wie weiches Schmiedeeisen.



214. Sandstrahlgebläse. (Zu S. 90.)

2. Zäher Stahlguß mit einer Festigkeit von 40—50 kg und einer Dehnung von 15—20 %.

Diese Qualität findet speziell Verwendung im Maschinen-, Lokomotiv- und Schiffbau.

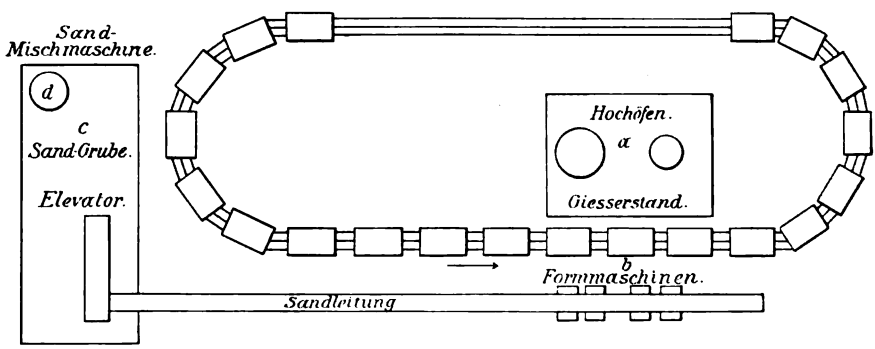
3. Zäh harter Stahlguß mit einer Festigkeit von 60—70 kg bei einer Dehnung von 8—12 %.

Diese Qualität findet Verwendung für Teile im Maschinenbau, welche starkem Verschleiß ausgesetzt sind, und insbesondere für Laufräder.

4. Sehr harter Stahlguß mit einer Festigkeit von 90—100 kg ohne garantierte Dehnung.

Diese Qualität findet Verwendung für Ringe zu Kollergängen und ähnliche Zwecke.*)

Der Stahlguß tritt dem Gußeisen zur Seite und erfordert zu seiner Herstellung dieselben Maßnahmen, wie die Eisengießerei, doch müssen die Formen naturgemäß be-



215. Anordnung einer Amerikanischen Massenformerei.

sonders widerstandsfähig sein. Die außerordentliche Festigkeit sowie die heute erworbene Zuverlässigkeit des Stahlgusses hat denselben im Laufe der letzten 10 Jahre zu einem überaus wertvollen Material gestaltet, welches die Zuverlässigkeit der Schmiedestücke mit dem Formenreichtum des Gusses verbindet. Besonders beliebt ist der (harte) Stahlguß bei Maschinenteilen und ähnlichen Objekten, welche der besonderen Flächen-Bearbeitung nicht mehr viel bedürfen. So werden von der Bergischen Stahlindustrie zu Remscheid die Rahmen der elektrischen Straßenbahnwagen auf diesem Wege hergestellt.

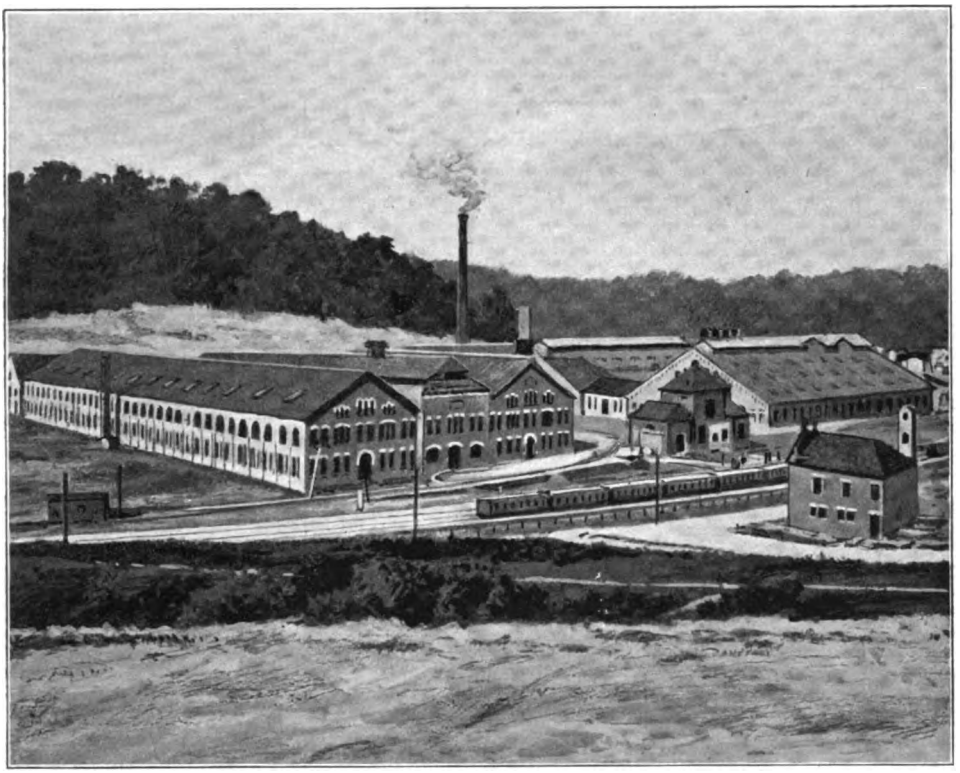
*) Vergl. das Kohlenstoffschaubild, „Kleineisenindustrie".

Digitized by Google

Ferner liefert die Fabrik Anker und Gestelle zu Dynamos, hydraulische Preßcylinder, der Guß gestattet also auch die eingehendere Bearbeitung, und der Feuerfestigkeit des Materials entsprechend Glühtöpfe und ähnliche Körper (Abb. 218). Ferner werden heute bereits die mächtigen Stevenkörper (Abb. 219) unserer großen Dampfer, Schiffsschrauben 2c. aus Stahlguß hergestellt.

Schmiedeguß.

Auch schmiedbares Eisen, also Eisen mit geringstem Kohlenstoffgehalt, welches früher allen Gießversuchen widerstand, hat man neuerdings in die Gußformen gezwungen. Es gelingt dies einerseits mit Hilfe von Zusätzen verschiedener Schmelzmittel



216. Eisengießerei von Westinghouse in Wilmersdorf bei Pittsburg. (Zu S. 90.)

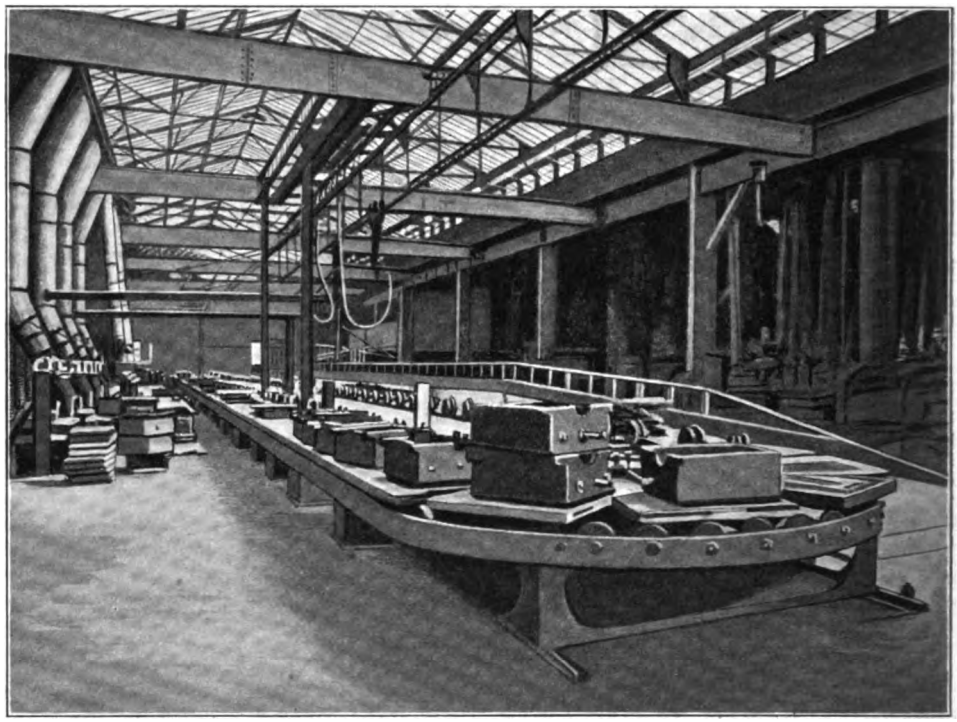
wie namentlich Aluminium, welches hier nicht als legierender Metallzusatz, sondern rein chemisch wirkt und auch in diesem Sinne beim Stahlguß Verwendung findet, und anderseits durch Verwendung besonders hoher Temperaturen. Das Material ist völlig schmiedbar. Leider ist der Preis noch zu hoch, um die Schmiedearbeit zu ersetzen. Es gehört hierher das Mitiseisen und der Schmiedeguß der Firma „Archimedes", Berlin.

In neuerer Zeit ist es Dr. Goldschmidt*) in Essen gelungen, die sehr hohe Verbindungswärme des Aluminiums zu benutzen, um Eisen direkt aus den Erzen bei so hoher Temperatur zu erzeugen, daß es Formen auszufüllen imstande ist. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß sich hieraus ein neuer Zweig, zunächst wohl nur der Kleineisenindustrie, entwickelt.

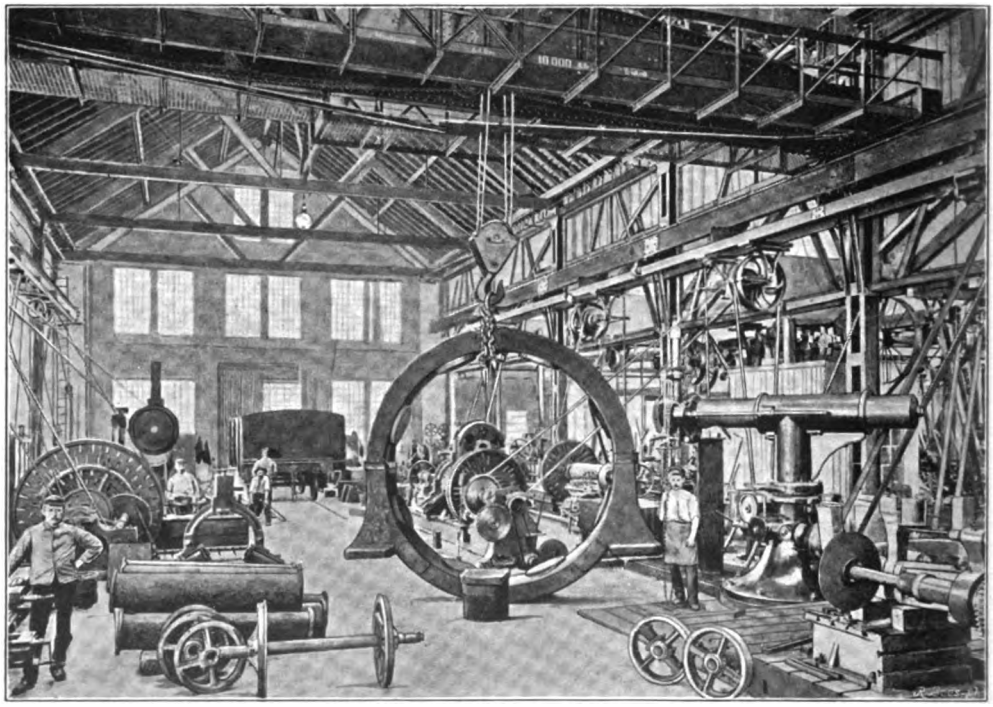
Der Begriff des Wortes „Schmiedeguß" ist nicht zu verwechseln mit dem des Wortes „schmiedbarer Guß". Unter letzterem versteht man Gußeisen, welches durch einen

*) Vergl. „Schmieden", Glühpackung, Abb. 31.

Digitized by Google



217. Innere Ansicht der Eisengießerei von Westinghouse in Wilmerodorf bei Pittsburg. (Zu S. 90.)



218. Stahlguß der Bergischen Stahlindustrie in Remscheid. (Zu S. 92.)

Digitized by Google

besonderen Vorgang schmiedbar gemacht worden ist. Dieses Material und seine Herstellung ist unter dem Kapitel „Kleineisenindustrie" behandelt worden.

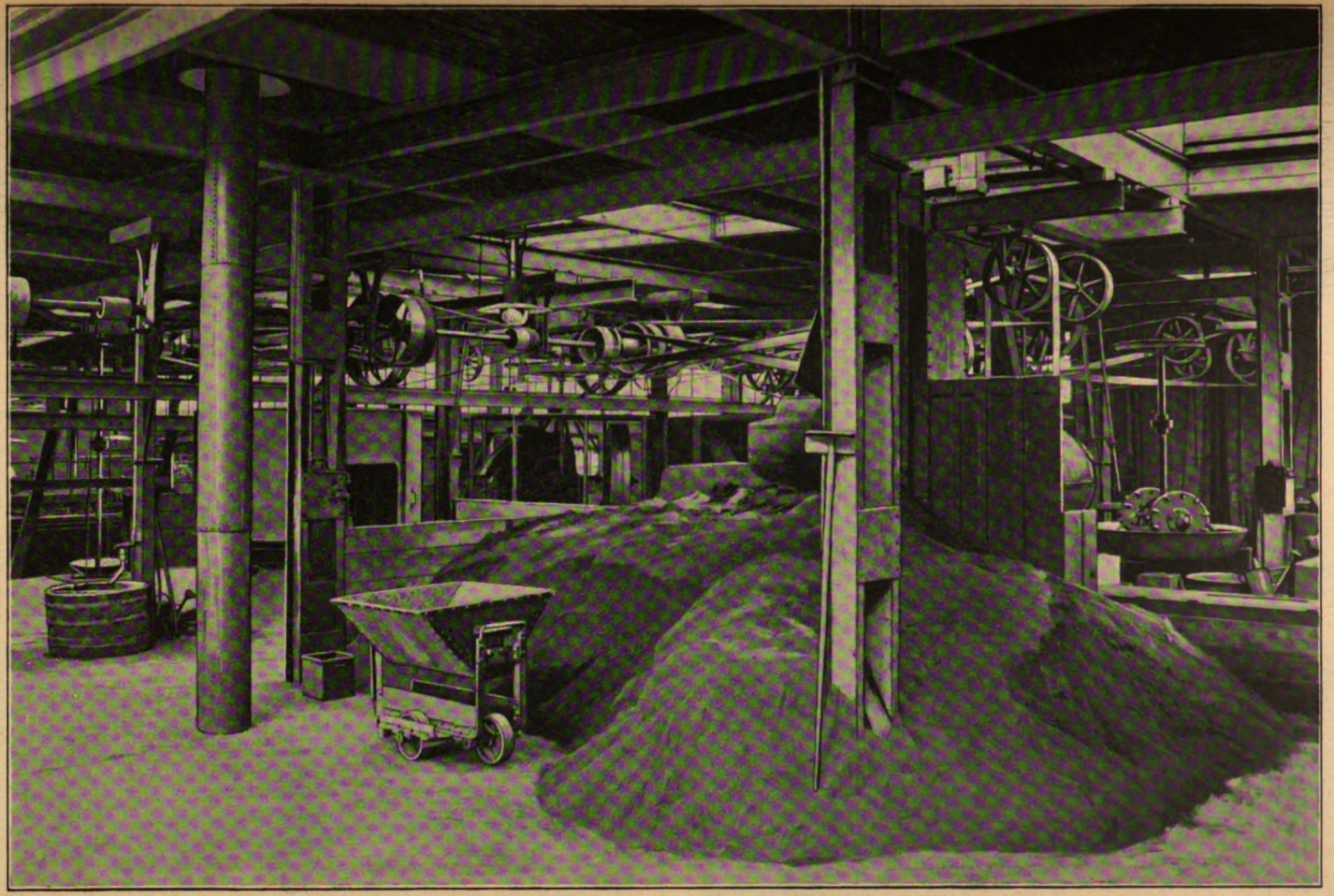
Treten wir nunmehr an der Hand der nachfolgenden Abbildungen eine Wanderung durch eine Eisengießerei an. Dieselben geben uns einen Einblick in die Räume der großartigen Maschinenfabrik von Gebr. Sulzer in Winterthur. Abb. 220 zeigt uns den Raum für die Zubereitung des Sandes: rechts und hinten in der Mitte Kollergänge zum pulvern der Gesteine, welche, in Ermangelung an passendem anstehenden Formsand, fein zermahlen und in der beim rechten Kollergang sichtbaren Mischtrommel gemengt werden. Das Produkt wird durch einen Elevator nach oben gebracht, dort noch inniger vereinigt oder mit Kohlenpulver und frischem Sand gemengt und gelangt so in gebrauchsfertigem Zustande wieder nach unten, wo die Rollwagen seiner harren, um es in die weit verteilten Räume der Formerei zu führen. Für die endgültige Verwendung findet bekanntlich meist noch einmal eine Mischung und Lockerung, Herstellung des Modellsandes, statt, welche in der uns bereits bekannten Formsandmischmaschine, auf der linken Seite der Abbildung sichtbar, vorgenommen wird. — Wir treten nun in die Formerei (Abb. 221), wo Hunderte von Kästen darauf warten, den Sand aufzunehmen, oder schon fertig zum gießen bereit stehen. Aber alles ist Maschinenarbeit: rechts eine große Reihe von Arbeitsstellen, jede mit einem Haufen fertigen Sandes und der Maschine versehen, deren Produkte, die Formen, teils noch offen, teils fertig geschlossen, im Vordergrund schön ordentlich zusammengestellt sind. Daneben finden sich auch einige Tiegel, wie sie für kleine Gußstücke als Handpfannen verwendet werden. — Abb. 222 führt uns zu den Öfen, deren wir im Hintergrund vier zählen. Die mittleren beiden sind geöffnet, während die anderen beiden sich in voller Thätigkeit befinden. Der linke Raum wird von leichteren, einfachen Kränen — Lauf- und Wandkränen — bedient, während wir rechts oben den mächtigen Laufkran, natürlich mit elektrischem Antrieb, erkennen können, den dortigen gewaltigen Arbeitsstücken entsprechend. Derselbe ist uns in der folgenden Abb. 223 näher gerückt, welche uns in die großartige Schablonenformerei führt. Hier finden wir zu beiden Seiten des Raumes vertikale Spindeln angeordnet, welche im Boden gelagert sind und oben durch ein leichtes, verstellbares Spreizwerk gehalten werden, wie recht deutlich an der ersten Anlage, rechts vorn, zu erkennen ist. Die Spindeln tragen unten verschiedentlich gußeiserne Scheiben, auf welchen die Mäntel aufgebaut werden. Auch die Kerne werden, wie links vorn zu erkennen, in gleicher Weise hergestellt. Wesentlich größere Arbeiten dieser Art finden wir in der durch Abb. 224 dargestellten Abteilung, während uns Abb. 225 den gemauerten Mantel und den Kern eines gewaltigen Dampfcylinders nebst zugehörigen Kernstücken vorführt.

219. Rudersteven aus Gußstahl für ein Panzerschiff (Krupp).

Als sehr schönes Beispiel für die Kern- (Masse-) Formerei finden wir auf der Abb. 243 (Kapitel Maschinenbau), die Herstellung der Form für ein mächtiges Schwungrad mit Seilrinnen darstellend, welches, in zwei Hälften getrennt, gegossen werden soll.

Abb. 226 endlich führt uns zurück zum Ende der Kleingießerei, wo die fertigen Gußstücke durch das Sandstrahlgebläse geputzt werden, wie es in Abb. 212 im Schnitt dargestellt worden ist.

Digitized by Google

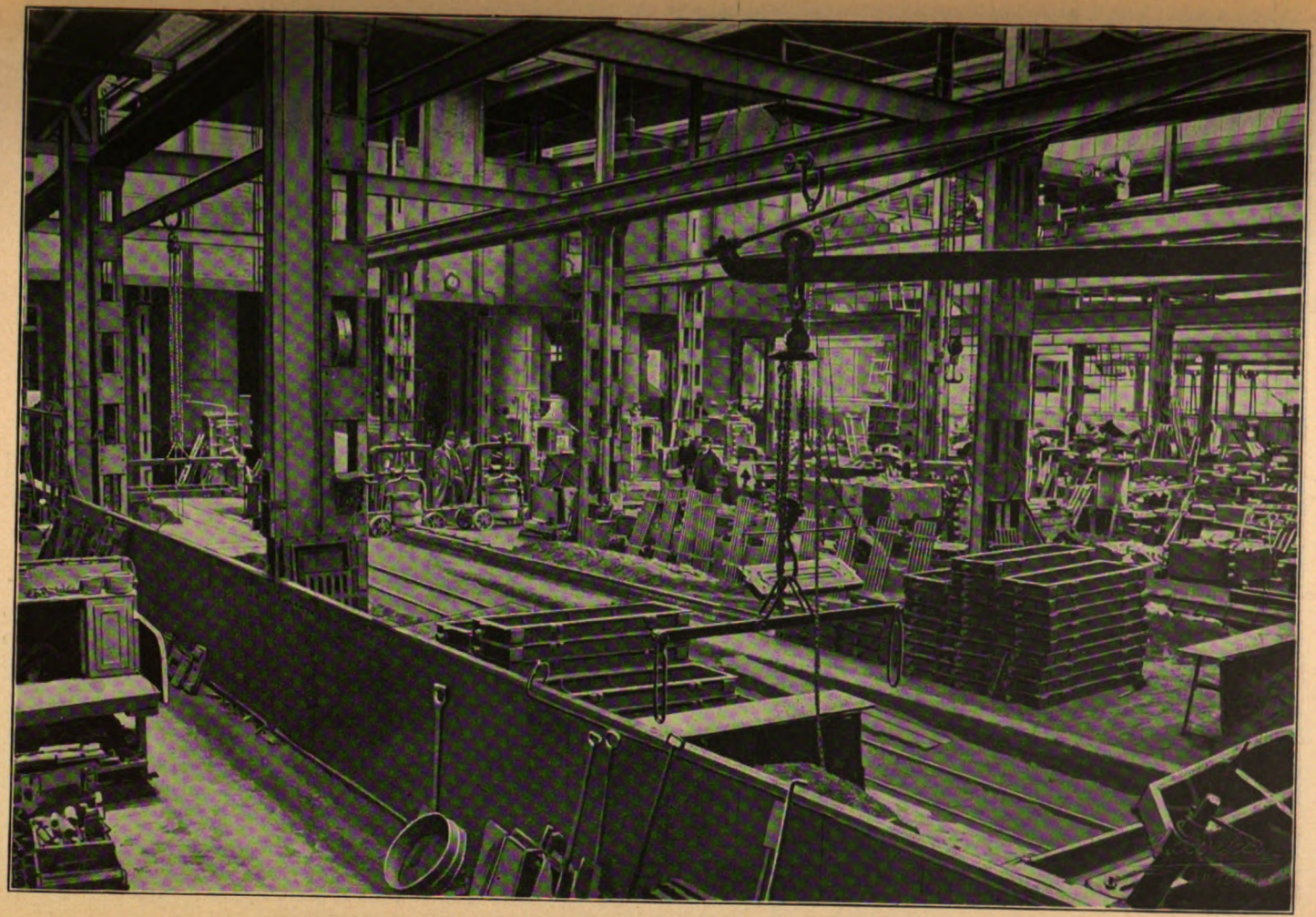


220. Sandaufbereitung in der Eisengießerei von Gebr. Sulzer in Winterthur.

Digitized by Google

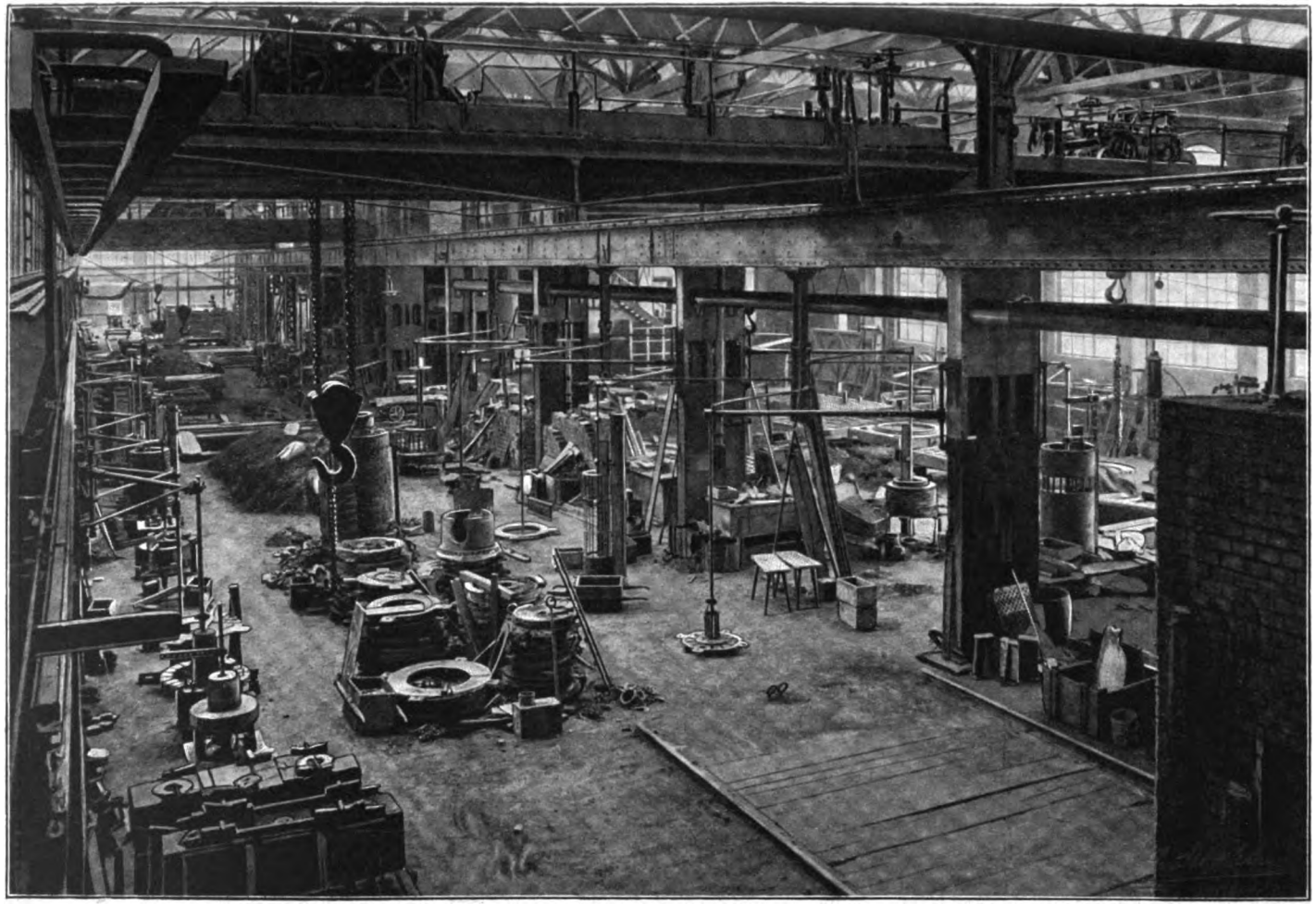
221. Kleinformerei in der Eisengießerei von Gebr. Sulzer in Winterthur.

Digitized by Google



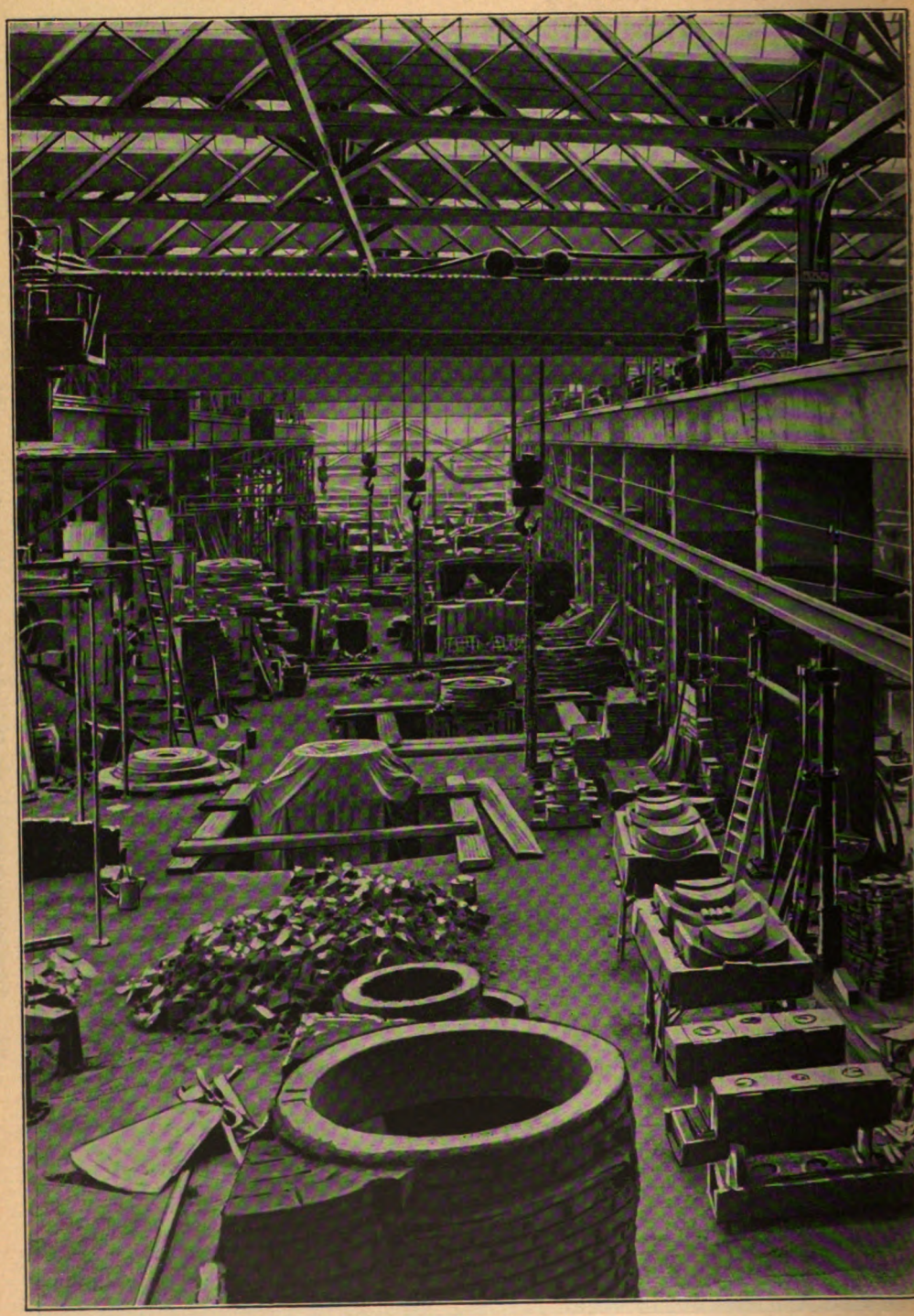
222. Handformerei in der Eisengießerei von Gebr. Sulzer in Winterthur.

Digitized by Google



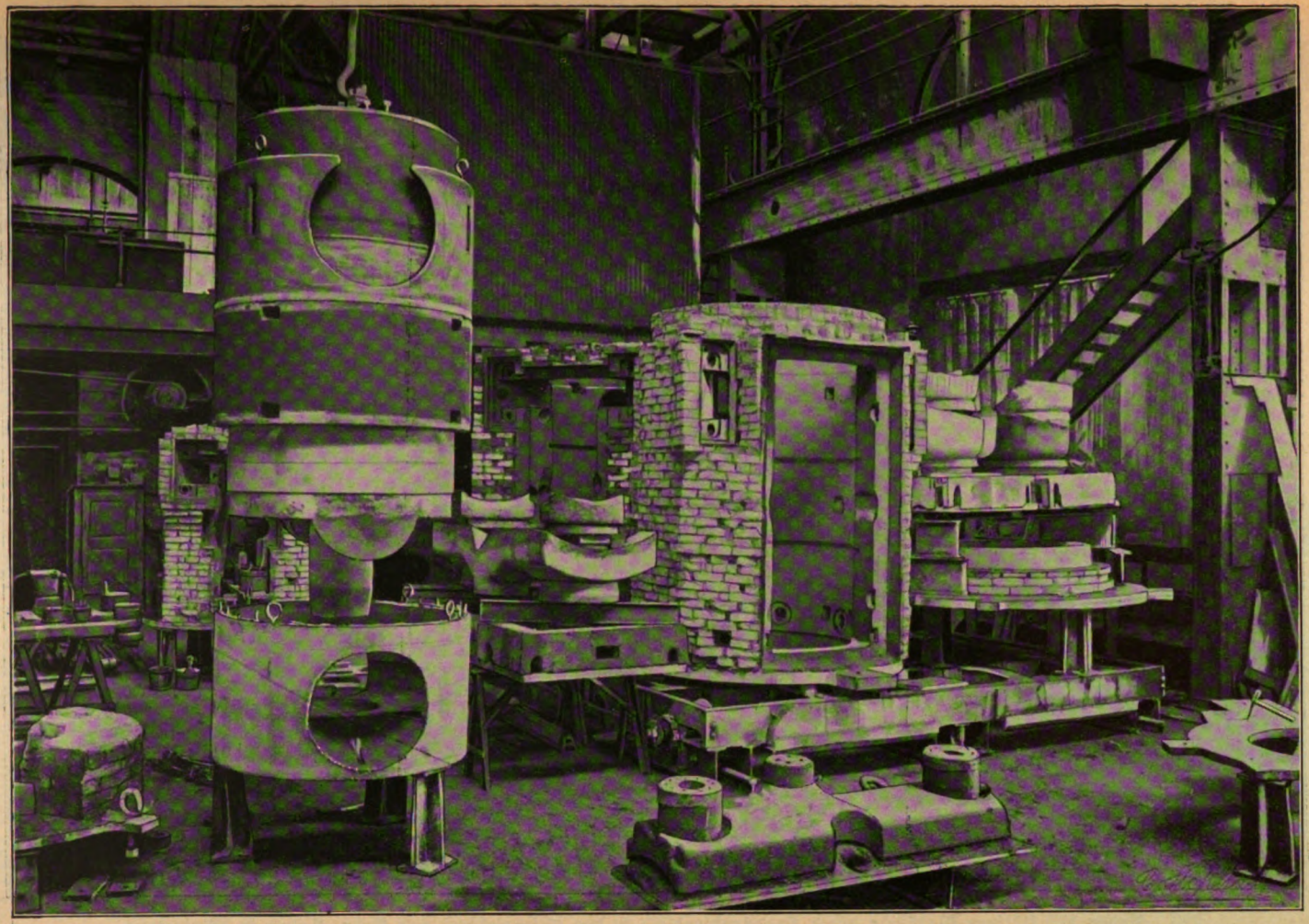
223. Schablonenformerei in der Eisengießerei von Gebr. Sulzer in Winterthur.

Digitized by Google



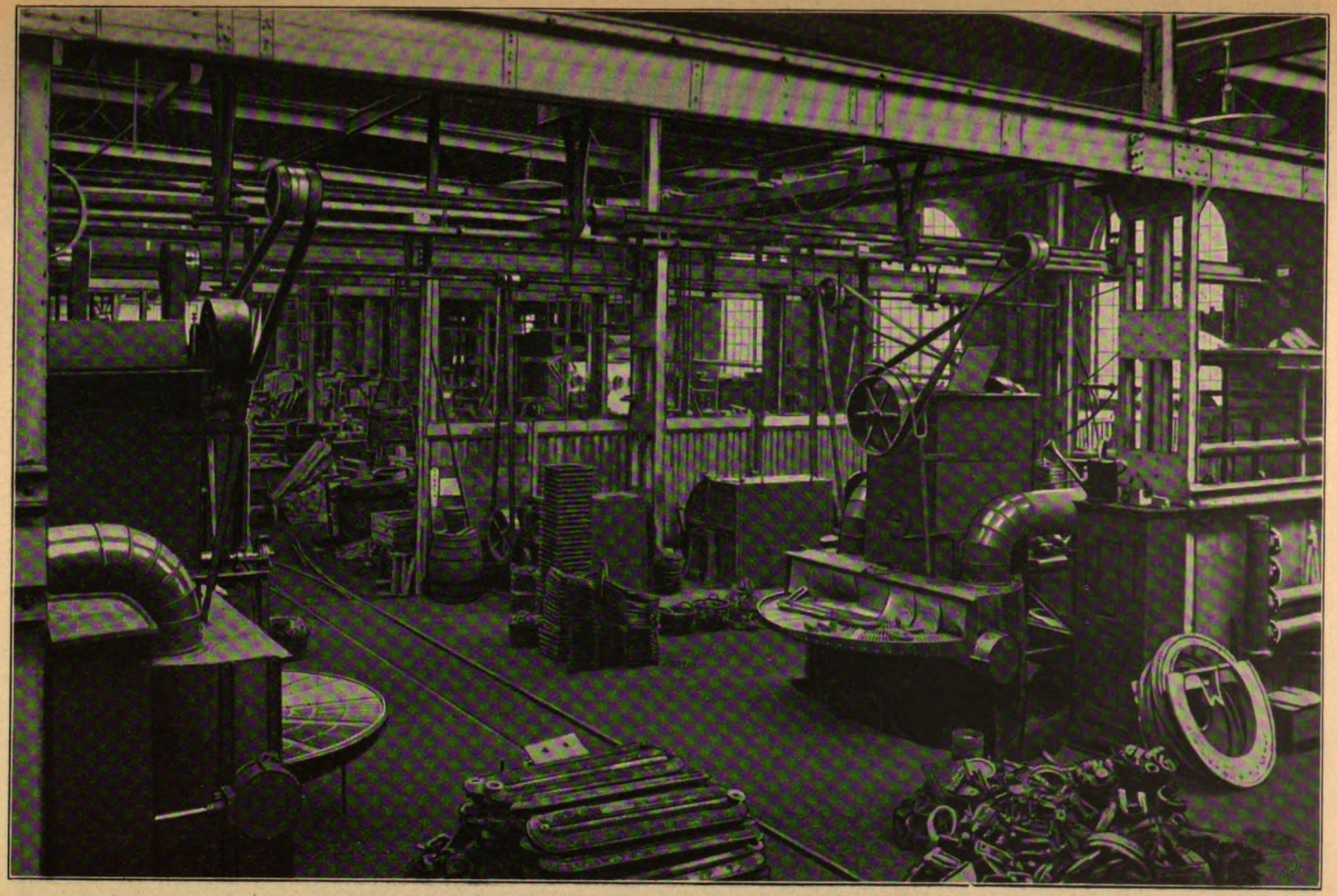
224. Masseformerei in der Eisengießerei von Gebr. Sulzer in Winterthur.

Digitized by Google



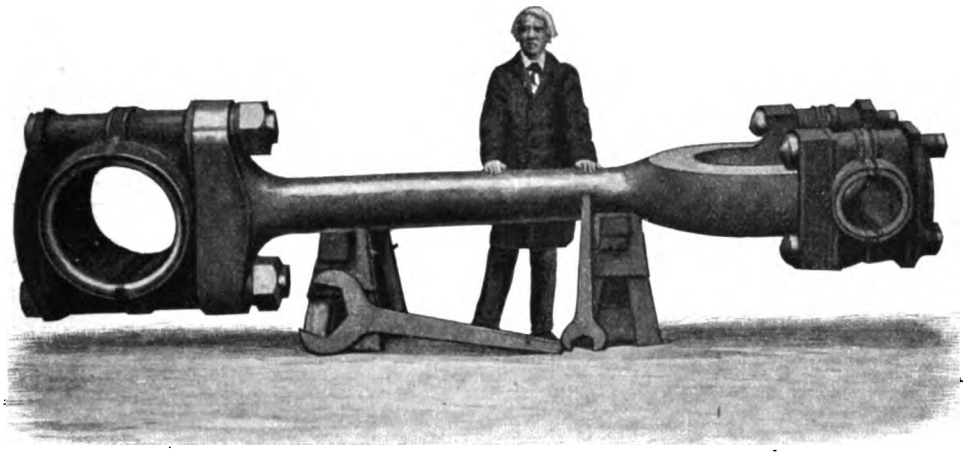
225. Masseformerei in der Eisengießerei von Gebr. Sulzer in Winterthur.

Digitized by Google



226. Putzen der fertigen Gußstücke durch Handstrahlgebläse in der Eisengießerei von Gebr. Sulzer in Winterthur.

Digitized by Google



227. Die größte Pleuelstange (Ferdinand Schichau in Elbing).

Der Maschinenbau.

Was ist eine Maschine? Im Volksmunde ein nützliches, aber mehr oder weniger unheimliches, undurchsichtiges Etwas, bei welchem das Eisen eine Hauptrolle spielt. Der alte, gemütliche, gemauerte Kochherd heißt in seiner modernen Gestaltung, aus Eisenblech hergestellt, „Maschine", und auch der Theekochapparat wird „Theemaschine" genannt. Beides hat indessen, wissenschaftlich genommen, nichts mit dem Begriff „Maschine" gemein. Immerhin ist dieser Begriff lange Zeit hindurch ein dunkler gewesen und von jeher verwandt mit dem der Mechanik, der Wissenschaft des mathematisch-technischen Könnens. Erst in jüngerer Zeit haben sich unsere großen Geister bemüht, den Begriff festzulegen. Am besten ist dies Reuleaux gelungen. Er nennt die Teile irgend einer gelenkigen Verbindung „Elemente" oder „Glieder" und die gelenkige Verbindung selbst, welche alle möglichen Gestaltungen annehmen kann, „Kette". Werden indessen die Verbindungen einer solchen Kette so geschlossen, daß nur gesetzmäßig sich stets in gleicher Weise wiederholende Bewegungen erfolgen können, und an irgend einem Elemente festgehalten, so ist sie zu einem Mechanismus geworden. Und dieser Mechanismus wird zu einer Maschine, wenn ihm an irgend einer Stelle Kraft zugeführt wird, die er umgewandelt an einer anderen Stelle wieder abgibt.

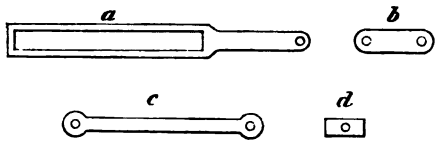
So sind die einzelnen Elemente a, b, c, u. d der Abb. 228*) in Abb. 229 zu einer Kette zusammengestellt, welche schwank und regellos in unendlich viele verschiedene Lagen gebracht werden kann. Wird indessen das Element d in a gesteckt, wie in der Abb. 230 dargestellt, so unterliegt das Ganze, nunmehr ein Mechanismus, einer gesetzmäßigen Bewegung.

Bei diesem Mechanismus sind nun noch unendlich viele Stellungen möglich, aber dieselben folgen nunmehr nach einem ganz bestimmten Gesetze aufeinander und kehren immer wieder. Indessen hat diese Form nur noch ein theoretisches Interesse; sie ist nicht ohne weiteres technisch verwendungsfähig. Hält man indessen eins dieser Elemente, z. B. a, fest, was durch die Schraffur angedeutet ist, und leitet man irgendwo, z. B. in d,

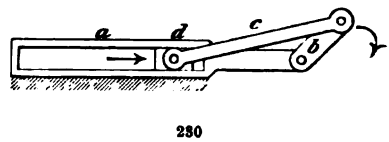
*) Hierzu treten von rein kinematischem Standpunkt aus noch die Zapfen und Lager als Elemente. Wir gehen hier absichtlich nicht darauf ein, weil es schließlich mit dem zu erläuternden Begriff der Maschine nichts zu thun hat. — S. Reuleaux, „Kinematik".

Digitized by Google

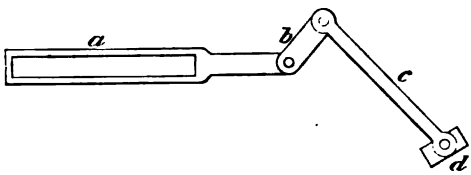
Kraft ein, welche das Gleitstück d nach rechts schiebt, so muß sich b in der Richtung des Pfeiles drehen. Ist das Glied b hier zu einer Kurbel geworden, mit einer Welle verbunden, auf welcher sich ein Schwungrad befindet, so ist klar, daß man dieses Schwungrad durch kräftigen Druck in Bewegung bringen kann, so daß es imstande ist, das Gleitstück d mit Hilfe der Schubstange c wieder zurückzubringen, nachdem dies seine äußerste rechte Stellung erhalten hat, worauf ein neuer Druck in der Richtung des Pfeiles das Gleitstück wiederum nach rechts treibt, das Schwungrad wieder beschleunigt u. s. w. Wir sind also — der Leser wird bereits den Kurbelmechanismus erkannt haben — von den losen Elementen der Abb. 228 zu einer Vorrichtung gelangt (Abb. 230), vermöge welcher eine je rechtzeitig wirkende horizontale Kraft gezwungen wird, eine Drehbewegung zu erzeugen, welche beliebig verwendet werden kann. Und dies nennt man eine Maschine. Eine Maschine ist hiernach ein Kraft umwandelnder Mechanismus. Abb. 232



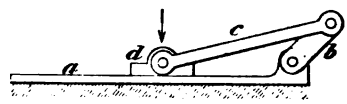
228



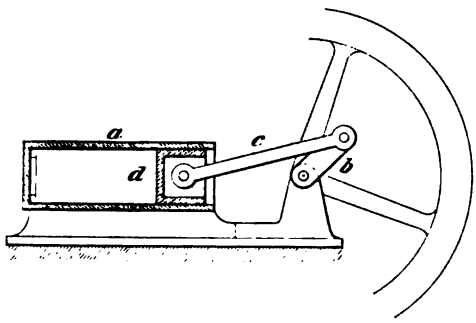
230



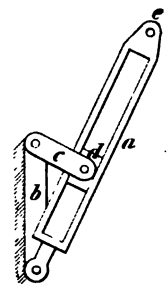
229



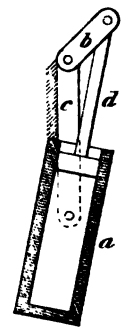
231



232



233



234

228 bis 234. Die kinematischen Elemente der Maschine.

zeigt in einfacher Weise die praktische Ausführung: a, wieder hohl gestaltet, ist zum Dampfcylinder mit dem Fundament geworden und fest gelagert; b ist die Kurbel, durch Welle und Schwungrad vervollständigt, c die Schubstange, und das Gleitstück d ist zum Kolben, das Ganze eine Dampfmaschine geworden. Je nachdem man indessen einen anderen Teil wie a festhält, erhält man einen anderen Mechanismus, so daß man aus der Kette (Abb. 229) vier verschiedene Mechanismen und je nach der Art der Gestaltung und Kraftführung eine große Zahl Maschinen ableiten kann. Das Eigenartige an diesem Mechanismus ist die Schubstange c, vermöge welcher die kreisförmige Bewegung des Kurbelzapfens umgewandelt wird in die geradlinige des Kolbens. Dieses Organ (Abb. 227) ist also das originellste Glied des heute noch den Maschinenbau beherrschenden Mechanismus der Dampfmaschine.

Einige der wichtigsten und interessantesten kinematischen Ableitungen von diesem Mechanismus sind folgende: Wir machen das Glied b (Abb. 232) etwas länger und

Digitized by Google

halten es fest, die übrigen Teile annähernd in gleicher Weise bemessend. Es entsteht die Kurbelschleife, welche in dieser Form (Abb. 233), bei e treibend, verwendet wird, wenn es gilt, die gleichförmig rotierende Bewegung der Kurbel c in eine ungleichmäßig hin- und hergehende Bewegung zu verwandeln; die Bewegung des Punktes e ist schnell, wenn sich die Kurbel auf ihrer unteren Kreishälfte bewegt, und langsam, wenn sie sich oben befindet. — Noch häufiger wird der Mechanismus verwendet, welcher (Abb. 234) durch festhalten des Gliedes c der ursprünglichen Schubstange entsteht. Wir machen die Führung a zum Dampfcylinder und das Prisma d zum Kolben; die entsprechenden Drehpunkte von a und b werden fest, und wir erkennen den Mechanismus der oscillierenden Dampfmaschine.

Noch ist einer anderen Verschiedenheit zu gedenken. Das Prisma d (Abb. 230), der Gleitklotz, ist durch eine Führung gezwungen, eine ganz bestimmte Bahn, hier eine geradlinige, einzuhalten. Prisma und Führung bilden ein Elementenpaar, wie wir es bei den Zapfen mit ihren Lagern wiederfinden. Sie befinden sich im „Zwangsschluß". Man kann die Führung aber auch oben offen lassen und das Prisma (Abb. 231) durch eine äußere Kraft zwingen, auf der Bahn zu bleiben, wie man auch oben offene Lager verwenden kann, wenn das Gewicht der Achse groß genug ist, um ein herausspringen zu verhüten. Man nennt dies „Kraftschluß". So befindet sich ein an einem Faden herumgeschwungener Stein im Kraftschluß.

Solche Betrachtungen haben Veranlassung zu einer ganz neuen Wissenschaft, der Kinematik, gegeben, um deren Ausbau sich Franz Reuleaux besonders verdient gemacht hat.

So einfach sich hiernach die Festlegung des Begriffes „Maschine", Kraft umwandelnder Mechanismus, gestaltet hat, so unendlich verschieden sind die Formen und Verwendungen derselben, verschieden in Bezug auf die Art der eingeleiteten bewegenden Kraft — Wasser oder Wind, gespannter Dampf oder explodierendes Gas, von diesen erzeugte oder der Natur entnommene Elektrizität, Tier- oder Menschenkraft — verschieden nach den unendlich mannigfachen Verwendungen und verschieden endlich in der ebenso mannigfachen Gestaltung der Mechanismen an sich.

Wie alt ist nun wohl die Maschine? Sieht man von dem für unsere Technik grundlegenden Begriff der körperlichen Gelenkverbindung ab und erweitert man denselben in dem oben angedeuteten rein kinematischen Sinne; führt man statt der verbindenden Gelenke, statt des Zwangsschlusses, den Kraftschluß ein, der die Einzelteile aneinander hält, so ist die Maschine uralt, so alt wie die Welt. Durch Kraftschluß werden die Elemente unserer Welt zusammengehalten und in regelmäßige Bahnen gezwängt, und jene allmächtige, einst eingeleitete Urkraft hat den gewaltigen Anstoß gegeben, der, ewig vorhaltend und ewig sich umwandelnd — Kraft, Elektrizität, Licht, Wärme und gewiß noch manches andere — genau das zuwege gebracht hat, was wir unter dem Begriff der Maschine verstehen. Ziehen wir aber die Grenzen enger, verzichten wir auf jenen geheimnisvollen, die Welten zusammenhaltenden Kraftschluß und stellen wir sichtbare und faßbare Elemente und Gelenke zur Bedingung, auch dann ist die Maschine schon uralt, denn bereits das Tier erfüllt die Bedingung, und vor allem ist der Mensch eine recht vollkommene Maschine. Die in Form der Nahrung in Verbindung mit dem Atemprozeß eingeleitete Kraft wird durch den Menschen allein in weit mannigfacherer Weise verwandelt, als durch die Maschine, die der Mensch gebaut hat; und alle Bedingungen treffen zu, um das Tier, um den Menschen als eine Maschine, und sogar als eine höchst vollkommene Maschine bezeichnen zu dürfen.

Welche ist aber die erste künstliche, von dem Menschen erbaute Maschine? Auch hier kann man sehr weit zurückgehen, wenn man von reinem kinematischen Standpunkt aus den Kraftschluß zuläßt und die zielbewußte Umwandlung eingeleiteter Kraft durch zwangsläufig bewegte Körper als Erkennungszeichen annimmt. Der erste zum knacken einer Nuß bewegte harte Körper, der zur Verteidigung geschwungene Knüppel, ja der geschleuderte Stein sind in diesem Sinne als Maschine zu betrachten, wennschon hier die Begriffe: Werkzeug und Maschine in nahe Beziehung treten. Schließen wir aber den freien Kraft-

Digitized by Google

schluß aus und verlangen wir das starre festhalten eines Gliedes, so müssen wir uns Reuleaux anschließen, welcher den Feuerquirl (Abb. 235) als älteste Maschine annimmt: ein festgelegtes mit einem Loch versehenes Stück trockenes Holz, in welchem ein zweites zwangsläufig schnell hin und her gedreht wird, in der Absicht, die eingeleitete Menschenkraft in Reibung und Wärme umzuwandeln. Man sieht indessen, wie die zugrundegelegte Erklärung maßgebend ist: gestattet man nämlich eine Lockerung in der Führung, setzt man statt des gebohrten Holzstückes ein mörserartig ausgehöhltes Stück harten Holzes, besser einen Stein, statt des Reibungskegels den Stößer, geeignet Kornfrucht zu zerkleinern — und wie ähnlich ist dies der oben erwähnten Vorrichtung zum knacken einer Nuß — so gelangt man wieder Jahrhunderte, vielleicht viele Jahrtausende zurück. Denn lange, bevor der Mensch gelernt hat, sich Feuer zu erreiben, hat er sich sicher Körner zerstoßen.

Lange, lange Zeit hindurch hat sich wohl der Mensch mit derartigen einfachsten Vorrichtungen begnügt, bis er gezwungen wurde, sich künstlich Nahrung zu verschaffen und den Boden zu bearbeiten: zuerst die Hacke, die Schaufel als Werkzeug, dann der von ihm selbst oder von einem Tiere gezogene Pflug, welcher dem Begriff der Maschine schon wesentlich näher liegt. Bald trat hierzu die Notwendigkeit, Wasser zu schöpfen, und die ersten mechanisch betriebenen Schöpfvorrichtungen dürften bereits dem strengsten Begriff der Maschine entsprechen. Wesentlich vervollkommnet mußten diese da werden, wo es galt, sich des Wassers zu erwehren oder es in größeren Mengen nutzbar zu machen, Einrichtungen, welche bereits einen hohen Grad der Technik voraussetzen. Diese, wie namentlich Leupold: Theatrum machinarum hydraulicarum (Leipzig 1774), liefern den Beweis, daß man schon vor Jahrhunderten über ein hochausgebildetes Maschinenwesen auf diesem Gebiete verfügte, dem viele als neu geltende Einrichtungen entnommen worden sind.

235. Die älteste Maschine: Quirlholz zum Feueranzünden. Nach Tylors „Early history of mankind".

Einen weiteren Beitrag zur Ausbildung des maschinellen Wesens lieferte der Hausbedarf. Dem Webwerk ging die Spindel als einfachste Vorrichtung voran, welche schon der Steinzeit entstammt; und bereits die Pfahlbauer hatten Gewebe und damit sicher Einrichtungen primitivster Art, die Vorgänger der Webstühle. Auch die Tuchpresse, vielleicht die älteste Anwendung der Schraubenspindel, entstammt dieser Richtung.

Das Bestreben, runde Körper herzustellen, wie sie der mannigfache Bedarf erfordert, führte bald zur Einrichtung von Drehbänken, bei der die in allereinfachster Weise gelagerte Spindel, wie beim Feuerquirl gezeigt ist, durch eine Schnur hin- und hergedreht wurde, in einer Weise, die noch heute hier und da in Europa, vollständig gebrauchsmäßig aber u. a. noch in China Verwendung findet. Parallel mit diesem ging das bohren. Namentlich das ausbohren der Baumstämme für Brunnen und Wasserleitungen führte schon früh zu maschinellen Einrichtungen dieser Art. Und neben die friedlichen Einrichtungen des Hauses und dessen Bedürfnisse trat die Jagd und der Krieg, welche die Ausbildung des Wurfspießes zum Bogen und zur Armbrust im kleinen sowie zu den Kriegsmaschinen im großen erzogen. Der durch Windekraft gespannte Bogen stellte wohl den ersten mit Bewußtsein hergestellten Kraftsammler dar.

Wo die Menschenkraft selbst in ihrer Ansammlung nicht ausreichte, wurde zuerst die Wasserkraft herangezogen, während der Wind sich, abgesehen vom segeln, noch lange der

Digitized by Google

Ausnutzung entzog. Immerhin hat es etwa bis zum 15. Jahrhundert gedauert, bevor der Mensch diese Stufe erreichte.

Andere Wege zur Entstehung der Maschine führte der Bau. Dem bisher herangezogenen Nahrungsbedürfnis gesellte sich das Bedürfnis nach Schutz zu, welchem das Laubwerk, die Höhle zuerst allein genügen mußten. Der Mensch begann gebrochene Baumstämme oder Steine zusammenzutragen und sich daraus bedeckte Räume zu schaffen. Hier schon lernte er den Hebel, die Walze kennen und zum überwinden größerer Widerstände verwerten. Auch der Keil dürfte ihm bei dieser Gelegenheit bekannt geworden sein. Diese Werkzeuge führen bereits den Namen: einfache Maschinen, wennschon sie es in dem bisher besprochenen Sinne nicht sind. Lange Zeit wird vergangen sein, bevor das Seil und endlich die Rolle, die umgewandelte Walze, hinzutrat, aber Wunder waren es, welche der Mensch mit diesen einfachen Mitteln vollführte, vielfach sogar bereits ohne Seil und Rolle. Der Aufbau jener großartigen Steinblöcke, welche uns aus den ältesten Zeiten aufbewahrt sind, meist Grabdenkmäler, läßt sich nur erklären durch die Voraussetzung der Kenntnis des Hebels und der Walze, unterstützt durch zur schiefen Ebene aufgehäufte Erdmassen, die später wieder entfernt wurden; dagegen erforderten die gewaltigen Kunst- und Gedenkbauten, wie die Pyramiden, schon Rolle und Seil. So half die Bautechnik schon in frühen Zeiten die Maschinentechnik fördern, mit der sie übrigens bis in die neueste Zeit Hand in Hand ging. Noch vor einem halben Menschenalter unterstand das Maschinenwesen der Aufsicht des Bautechnikers, wie auch die ältesten Schreibwerke aus diesem Gebiete der Feder des Mathematikers oder des Bautechnikers entstammten. Erst in der Gestalt des Mühlenbauers löste sich der Maschinenbauer vom Bautechniker los, und in den Mühlen, Wasser- und Windmühlen, erkennen wir die ältesten vollkommeneren Maschinen.

236. Johann Friedrich Borsig.

Von einem eigentlichen Maschinenbau konnte indessen immer noch nicht die Rede sein, wennschon sich die Mechanik an sich längst durch praktische Ausführungen aller Art Bahn gebrochen hatte. Hiervon geben die alten Werke, wie die von Leonardo da Vinci u. a., weitgehendes Zeugnis. Erst mit der Einführung des Dampfes führte der damit stetig steigende Bedarf an mechanischer Kraft zu dem Übertragungsmittel derselben, zur Maschine in dem heutigen Sinne. Die Möglichkeit, alle die bisher oft recht mühsam von Hand bewirkten Herstellungen in weit größerem Maßstabe mechanisch bewirken zu können, ließ einerseits die Hilfsmaschinen für sich und anderseits die Betriebsmaschinen, die Motoren, sich entwickeln und verbreiten.

Die bereits von Heron von Alexandrien 130 v. Chr. in Betrieb gesetzten Spielereien mit dem Dampfstrahl, der aus dem Wasser gefertigten Luft, welche erst 1643 durch Torricelli physikalisch richtig erkannt worden, wurde wohl zuerst von dem Marquis von Worcester im Jahre 1663 praktisch verwertet, der eine Wassermaschine ausgeführt haben soll, wobei indessen mehr die Luftleere als der Dampfdruck in Wirksamkeit getreten

Digitized by Google

sein mag.*) Diesen, „die durch denselben auszuübende Federkraft", wie er sich in seinem an den Grafen Zinsendorf gegen Ende des 17. Jahrhunderts gerichteten Briefe ausdrückt, benutzte zuerst der Marburger Professor Dionysius Papin, nachdem er an seinem bekannten Papinianischen Topf die Expansionsbestrebungen des Dampfes studiert hatte. Leider ist uns von ihm nichts hinterlassen, als ein im Kasseler Museum befindlicher eiserner Dampfcylinder, der von einer seiner Versuchsmaschinen herstammt. Papin ging zu Anfang des 18. Jahrhunderts nach England und starb dort. Ihm folgten auf diesem Gebiete die bekannten Männer Savery, Newcomen und Watt, welche jedoch den Hauptwert mehr oder weniger auf die durch Kondensation des Dampfes entstehende Luftleere legten. Noch die in den 70er Jahren gebräuchlichen Schiffsdampfmaschinen waren für niedrigen Druck bestimmt, obwohl bereits 1781 der Engländer Hornblower eine Doppelmaschine gebaut hatte, in welcher dem Dampfe eine weitergehende Ausdehnung gestattet wurde. 1804 verbesserte Woolf diese Maschine, aus welcher sich die heute herrschende Verbunddampfmaschine entwickelt hat. Während die Woolfsche Maschine mit zwei gleichlaufenden Kurbeln arbeitete, ähnlich wie die spätere Simssche Maschine mit hintereinander liegenden Cylindern, aus welcher sich die heutige Tandem-Maschine entwickelt hat, arbeitet die Verbund-(Compound)-Maschine an versetzten Kurbeln, zuerst an zweien, dann an dreien und jetzt sogar an vieren. Der erste Versuch, eine dreistufige Dampfmaschine zu bauen, ist bereits von John Elder in Glasgow im Jahre 1874 gemacht worden, mißglückte aber wegen der noch mangelhaften Kessel. 1878/9 baute Referent eine solche Maschine mit Steuerung nach dem System Willans für ein Dampfboot. Die Maschine befindet sich in den Sammlungen der Kgl. Fachschule zu Remscheid. 1881 erbaute Dr. Alexander Kirk die Maschine für den Schnelldampfer Elbe des Bremer Lloyd (Verein Deutsch. Ingenieure, 1892) und gewann damit den ersten hervorragenden Erfolg.

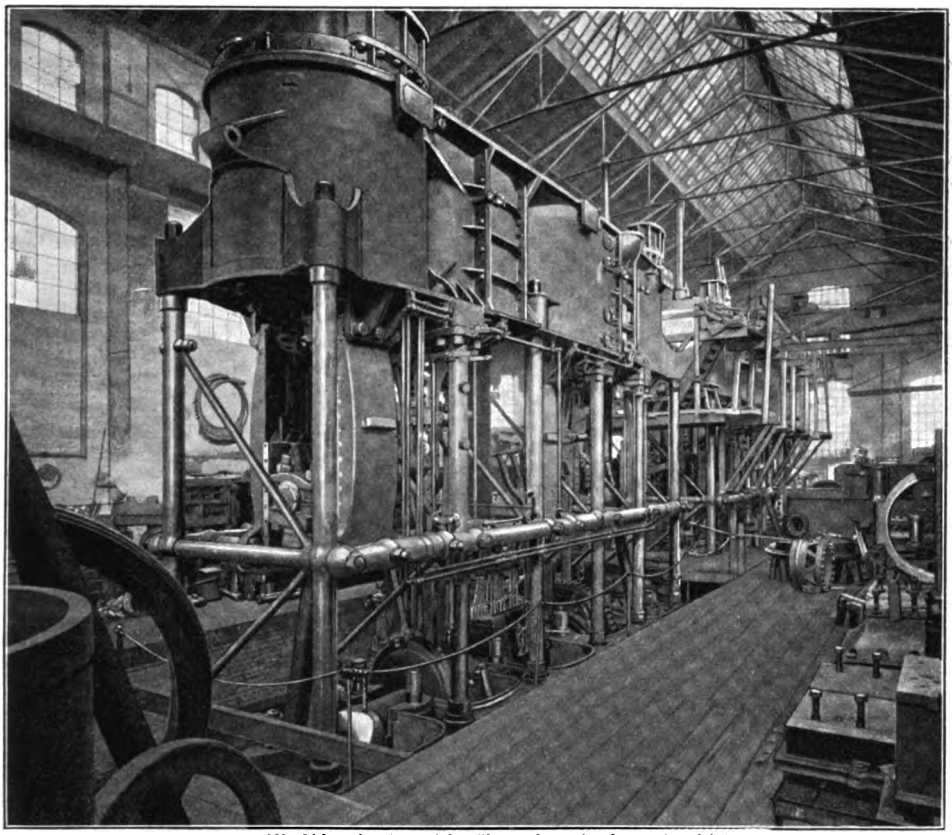
Einen besonderen Einfluß auf die Entwickelung der Dampfmaschine haben die Lokomotive, die Schiffsdampfmaschine und der Elektromotor ausgeübt. Wie bereits an anderem Orte angedeutet, ist das Eisenbahnwesen, die Lokomotive an der Spitze, die Lehrmeisterin für den Maschinenbau gewesen. Nach dem resultatlosen Vorgange von O. Evans in Philadelphia war es Georges Stephenson, welcher 1814 die erste Lokomotive baute. Für Deutschland trat Borsig (1804—1854) in Berlin hervorragend an seine Seite, dem sich Schwartzkopff in Berlin, Hentschel in Kassel, Schichau in Elbing und viele andere anschlossen. Schichau baute u. a. die ersten Verbund-Lokomotiven. Die außerordentlichen Anforderungen, welche die Schiffsmaschine an den Konstrukteur und den Maschinisten stellt, welche namentlich in der Neuzeit nie geahnte Kraftwirkungen hervorgerufen haben — wir bewegen uns jetzt bereits zwischen 20 und 30000 Pferdestärken — haben geradezu erstaunliche Leistungsfähigkeiten der Maschinenfabriken hervorgerufen. Wir erinnern an Schichau in Elbing, den Vulkan in Stettin, die Marinewerften in Kiel und Wilhelmshaven und die großartigen Anlagen dieser Art von Schweffel & Howaldt, an die Germaniawerft in Kiel, welche im Verlaufe der letzten vier Jahre allein für fremde Marinen 24 Kriegsschiffe gebaut haben, während sich 22 noch im Bau befinden.

Die Schiffsdampfmaschine war es auch, welche Bewegung in die stationäre Dampfmaschine gebracht hat, bei welcher man sich noch bis vor kurzem trotz der Bestrebungen Radingers und anderer scheute, aus der gemächlichen Umdrehungszahl von 30 bis 40 herauszugehen. Und hier nun setzte besonders die Dynamo ein, welche den schnellen Gang geradezu forderte und erzwang. Schiffsmaschine, vielfach der Typus für die ersten Antriebe der Dynamos, und diese haben dem heutigen Motorenbau ein ganz anderes Gepräge aufgedrückt.

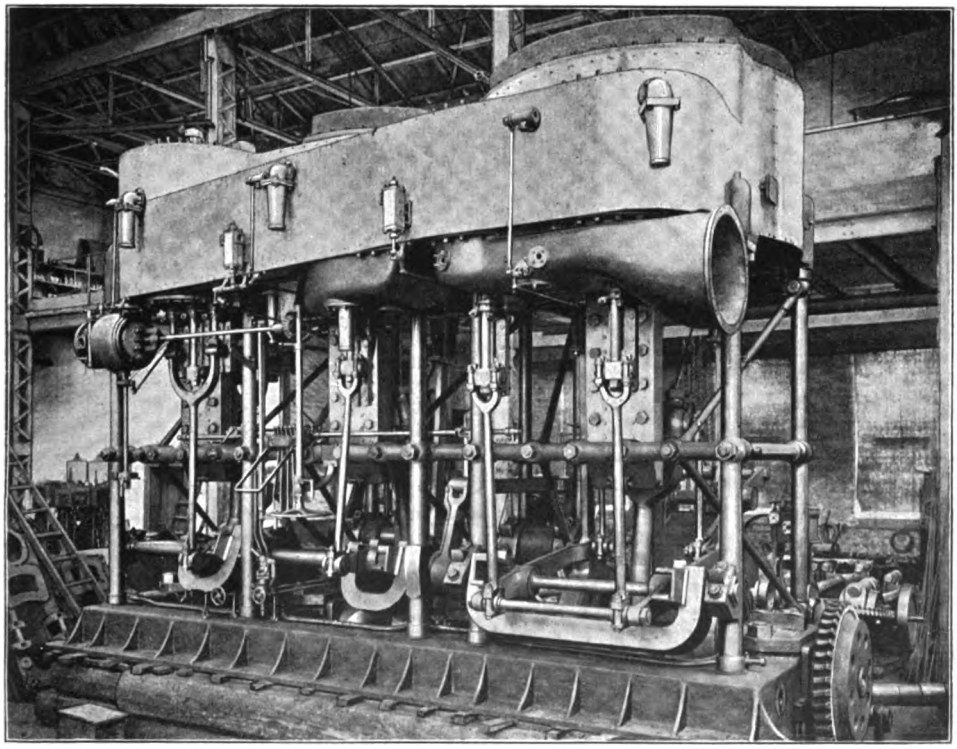
Neben der Dampfmaschine war es die Gaskraftmaschine, welche sich namentlich dem Kleinbetrieb widmete, nachdem die kalorische Maschine (Ericksson, Lehmann u. s. w.) wieder zurückgetreten war. Die Reihe begann mit Lenoir, welcher bald gegen die

*) S. Reuleaux, „Geschichte der Dampfmaschine".

Digitized by Google



237. Maſchine für den Schnelldampfer „Kaiſer Friedrich“.



238. Maſchine für S. M. Panzerſchiff „Bayern“, gebaut von F. Schichau in Elbing.

Digitized by Google

Langen-Ottosche atmosphärische Gaskraftmaschine zurücktreten mußte, die heute noch in Thätigkeit ist. Indessen gewann Ottos Viertaktmotor das Feld; er steht heute noch an der Spitze. Durch Vergrößerung der Cylinder und Doppelanordnung ist er längst aus dem Rahmen der Kleinmotoren herausgetreten und hat sich mit einer Kraftentwickelung bis zu 1000 Pferdestärken in den Großbetrieb eingedrängt, wennschon seine Verwendung nicht nur durch die Größe, sondern auch durch die Art der Steuerung begrenzt erscheint. Das gleiche ist von dem heute an der Tagesordnung befindlichen Dieselmotor zu sagen, dessen Kompressionszündung einen weiteren Fortschritt auf diesem Gebiete darstellt. In jüngster Zeit verwendet man neben dem bisher hierfür benutzten Leuchtgas auch das Generatorgas, Acetylen- und Wassergas, so daß es den Anschein hat, als ob dem Dampfe nunmehr eine allgemeinere Konkurrenz erwachsen möchte.

289. Ferdinand Schichau.

Trotz bester Ausnutzung desselben, zu welcher auch die von Schmidt vervollkommnete Überhitzung des Dampfes beitrug, hat der moderne Weg, die Kohle zu vergasen und dann explosiv zu verwenden, den Vorteil der höheren Ökonomie, der Kessel- und Rauchlosigkeit.

Auch das alte Wasserrad ist nur noch in entlegenen Thälern, wenn auch oft genug in unmittelbarer Nähe der lebhaftesten Industrie, durch moderne Einrichtungen verdrängt worden, wennschon es sich für gewisse Fälle siegreich erhalten dürfte. Vielfach ist die kleine aber kräftige Turbine an seine Stelle getreten, deren moderne Umwandlung, das Peltonrad, die Vermittelung zum Wasserrade übernimmt. Und als Vermittler zur Dampfmaschine hin hat sich die noch kleinere und noch kräftigere Dampfturbine von de Laval das Feld erobert.

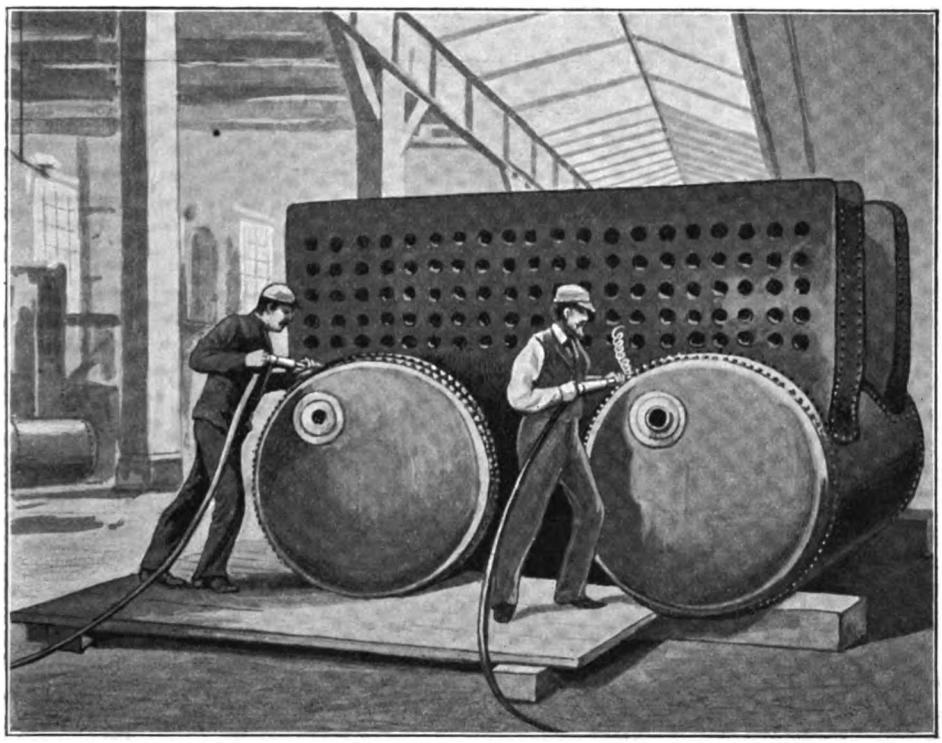
Das Gebiet der Motoren darf nicht verlassen werden, ohne jener Bestrebungen zu gedenken, welche bereits mit Archimedes begannen und namentlich im Mittelalter ihre Blüten trieben, ohne indessen schon heute ganz ausgestorben zu sein. Sie sind geistreichen Mechanikern eigentümlich, welche nicht von der Wissenschaft geleitet werden: die Suche nach dem Perpetuum mobile. Auch der obengenannte Marquis Worcester hat sich

Digitized by Google

daran beteiligt. Die diesbezüglichen Arbeiten laufen etwa parallel denen der Alchemisten; sie haben nie ihr Ziel erreicht, gelegentlich aber manches Nützliche geschaffen. (S. Daul, das Perpetuum mobile.) —

Der Motor treibt mit Hilfe der Zwischenmaschine die Arbeitsmaschine.

Auch diese Zwischenmaschine, die Transmission, hat große Änderung erfahren. Die starre Transmissionswelle, welche längst dem alten Gestänge an die Seite getreten war, für große Entfernungen aber nicht genügte, erhielt durch Hirn bereits Ende der 50er Jahre Ersatz durch das Drahtseil, welches große Entfernungen und Steigungen mit spielender Eleganz überwand. Daraus entsprang das Hanf- oder Baumwollenseil, als Mittelglied zwischen Riemen und Drahtseil. In ganz anderer Weise löste die Preßluft die Aufgabe der Kraftleitung auf weite Entfernungen. Ein großartiges Bei-



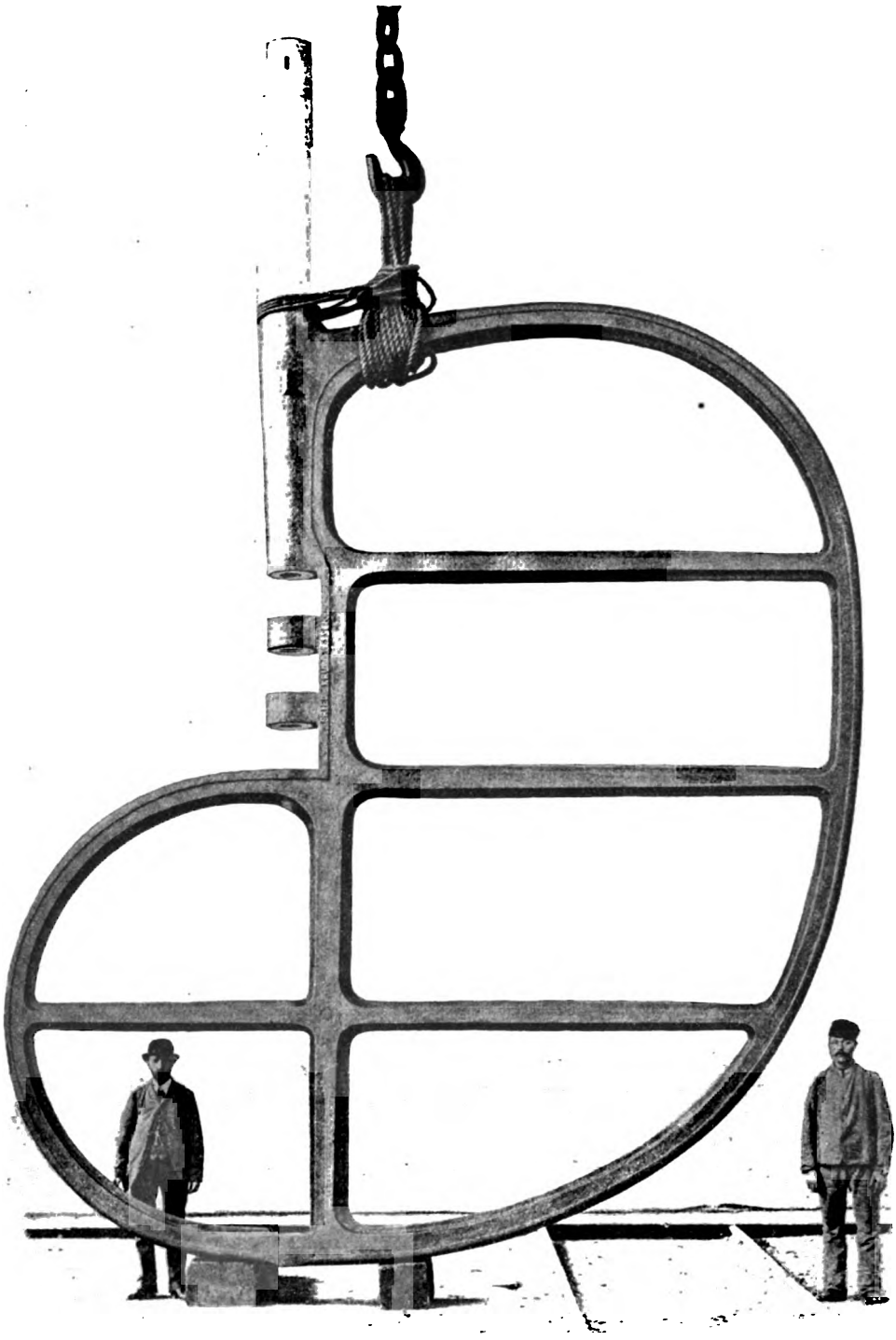
240. Verstemmen von Kesseln mit Benutzung des Preßlufthammers.
(Schuchardt & Schütte in Berlin.)

spiel hierfür ist die Preßluftanlage, welche die den Quinessecfalls in Nordamerika entnommenen 5000 Pferdestärken durch eine 60 Zentimeter weite Rohrleitung 2 Kilometer weit der Grube Champion zuführt, während Popp in Paris ähnliche Druckluftanlagen ausgeführt hat. Hieran lehnt sich auch das Liernursche pneumatische Pumpsystem, bei welchem die Luftverdünnung die Rolle der Kraftfernleitung übernimmt (s. Abb. 318.)

Den am weitesten gehenden Eingriff aber machte in den letzten Jahren die elektrische Kraftübertragung. 1882 zeigte Despretz in München, wie durch Anwendung hoher Spannung große Entfernungen überwunden werden können, und seit jener Zeit hat die elektrische Kraftübertragung, unterstützt z. T. durch den Drehstrom, außerordentliche Erfolge errungen.

Der Aufschwung, den die elektrischen Zentralen in den letzten Jahren genommen haben, ist ein ungeheurer. Nach der „Elektrot. Zeitschrift", 1899 vom 6. Juli gibt es z. B. bereits 489 derartige Anlagen, von denen

Digitized by Google



241. **Ruderrahmen aus Stahlguß für ein Panzerschiff** (Fried. Krupp in Essen).

Digitized by Google

361 Gleichstrom mit Akkumulatoren
33 „ ohne „
33 Wechselstrom
33 Drehstrom
2 Monocyl. Generatoren
22 Drehstrom und Gleichstrom
5 Wechselstrom und Gleichstrom

besitzen. Die Gesamtleistung dieser Anlagen beläuft sich auf 168 320 Kilowatt. Von diesen waren 1888 erst 16 Werke in Betrieb gesetzt gewesen, so daß 473 Anlagen in den letzten 11 Jahren entstanden sind. Hierzu treten noch 123 im Bau begriffene. —

An die Kraftmaschine, den Motor, schließt sich die Arbeitsmaschine an, deren Einrichtung dem Zweck entspricht, welchen man mit Hilfe der Kraft erreichen will. Dieser Zweck ist gemeiniglich entweder die Änderung des Ortes, ortsändernde Maschinen, oder die der Form, formändernde Maschinen. Zu den ersten sind die Pumpen und die Gebläse sowie die hundertfältig verschiedenen Hebemaschinen zu rechnen, während die letzteren alle diejenigen Maschinen erhalten, bei denen eine Umänderung der Gestaltung des zur Herstellung der Körper dienenden Materials beabsichtigt wird. Hierzu sind die dem alten Webstuhl entstammenden zahllosen Maschinen der Textilindustrie (Arkwright, Crompton, Cartwright) sowie die Materialbearbeitungsmaschinen für Metalle, Holz ꝛc. zu rechnen, soweit die Zerkleinerung Nebenzweck, die Gestaltung des Körpers der Hauptzweck ist. Wir bezeichnen sie mit dem vielumfassenden Namen Werkzeugmaschinen. An diese schließt sich die verhältnismäßig kleine Gruppe der Zerkleinerungsmaschinen, Mühlen, Pochwerke, neuerdings die Desintegratoren u. s. w., welche im Gegensatz zu den Werkzeugmaschinen das zum Endziel haben, was diese als Abfall erzeugen.

Es liegt hier nicht in der Absicht, diesen unendlich verschiedenen Maschinen, welchen zum großen Teil an anderer Stelle eingehende Besprechung gewidmet worden ist, mehr Raum zuzuwenden; aber sie führen uns zu dem zurück, wovon wir ausgingen: zu ihrer Herstellung, zum Maschinenbau.

Der technische Verlauf des Baues einer Maschine führt über eine Reihe von Vorgängen, welche in ihren Einzelheiten in den Kapiteln: Eisengießerei, Schmiede, Werkzeugmaschinen und Kleineisenindustrie eingehend geschildert worden sind, so daß wir uns darauf beziehen dürfen.

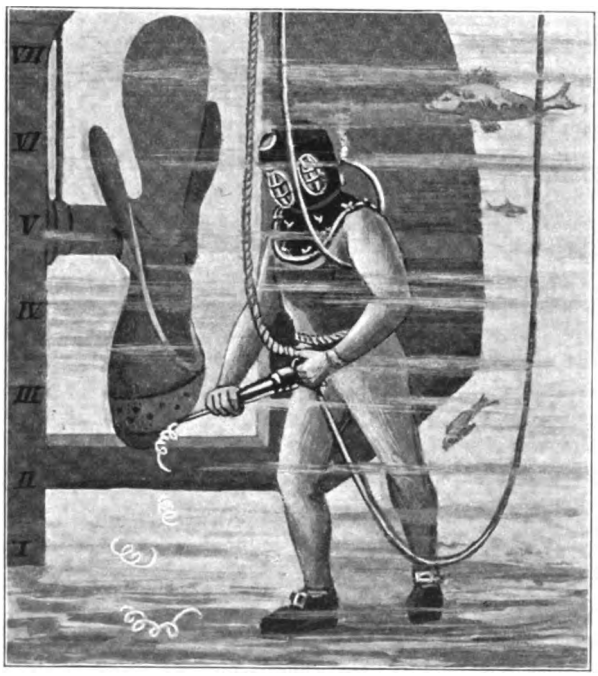
Die Grundlage für den Bau ist die Zeichnung. Je nach der Art der Maschine und den Einrichtungen der Werkstätten handelt es sich hier um eine einfache Skizze, zuweilen wohl auch nur um eine Handskizze, welche allein dem Werkmeister als Richtschnur dient, oder um einen gewaltigen Satz Blätter, die Konstruktionszeichnungen, über welche bereits für eine einzige Maschine ein Register geführt werden muß, um alles übersichtlich zu halten. Einer solchen Arbeit liegt zunächst die Generalzeichnung zu Grunde, welche der erste Techniker anfertigt. Dieselbe, bereits in den verschiedenen Ansichten, enthält alle wesentlichen Teile mit ihren Hauptmaßen. Diese Zeichnung gelangt in einer Kopie an das Konstruktionsbureau zum „detaillieren". Auf Grund der eingehenden Hauptmaße gehen die jüngeren Zeichner daran, die Einzelteile durchzuarbeiten und in allen ihren Teilen maßlich und formgerecht festzustellen. Auch diese Zeichnungen bleiben, wie jene Generalzeichnung, im Bureau, müssen also kopiert werden. Diese Arbeit liegt den jüngsten Kräften ob, welche den Namen „Pausknaben" führen und als solche ihre Laufbahn zum Konstrukteur beginnen. Sie legen eine gewisse Gattung sehr durchsichtigen und doch festen Papieres, Pauspapier, auf die Zeichnung und zeichnen „durch", bemühen sich also, eine möglichst getreue Kopie herzustellen. Hierbei gewinnen sie die erforderliche Fertigkeit im zeichnen und haben vorzügliche Gelegenheit, sich Formenkenntnis auf dem Gebiete des Maschinenbaues anzueignen.

Die so hergestellten Pausen werden entweder auf starkes Papier gezogen, man erhält dadurch widerstandsfähigere Zeichnungen, oder dem Lichtpausverfahren unterworfen, also abermals kopiert. Man kann auf diese Weise von einer Pause eine beliebige Anzahl Kopien anfertigen, was bei dem vorher genannten Verfahren nicht der Fall ist. Werden

Digitized by Google

also die Detailzeichnungen oft und viel gebraucht, so wird man das Lichtpausverfahren benutzen, während die einmalige Kopie nur da angewendet wird, wo eine Wiederholung des Verfahrens nicht notwendig erscheint. Auch die Lichtpausen, weiße Linien auf blauem oder braunem Grunde, schwarze Linien auf weißem Grunde, werden, falls das Papier an sich nicht schon sehr widerstandsfähig ist, auf starkes Papier gezogen und oft wohl noch, wie auch die direkten Kopien, lackiert, um sie reinigungsfähig zu machen. Diese Kopien wandern nun in die Werkstatt und dienen dem Werkmeister, dann dem Modelltischler, Schmied, Dreher, Hobler, Schlosser u. s. w. als Vorlage für die Bearbeitung.

Hiermit gelangen wir zum Rohstück. Dasselbe besteht aus Gußeisen oder Schmiedeeisen, nur in selteneren Fällen aus Rotguß, Bronze oder Temperguß. Dagegen hat sich der Stahlguß (Abb. 241) in den letzten Jahren mit bestem Erfolg eingeführt, seitdem man gelernt hat, Öfen mit entsprechend heißem Gang zu bauen. Der Stahlguß vereinigt die Eigenschaft des Gußeisens, schwierige Formen leicht anzunehmen, mit der sogar von ihm wesentlich übertroffenen Zuverlässigkeit des Schmiedeeisens.



242. Benutzung des Preßlufthammers unter Wasser. (Schuchardt & Schütte in Berlin.)

Eine beim groben Maschinenbau überaus wichtige Arbeit ist nun das der eigentlichen Bearbeitung vorhergehende Anreißen oder Vorreißen. Nur in kleinen Fabriken geschieht dies von dem betreffenden Arbeiter selbst, dem dann eine gewisse Intelligenz eigen sein muß. Im einfachsten Fall genügt ein mit dem Körner eingeschlagener Punkt oder ein mit scharfer Stahlnadel angebrachter Riß, welcher angibt, wie weit abgehobelt, abgestochen werden soll. Sind aber mehrere parallel, winkelrecht oder auch schief zu einander stehende Flächen zu bearbeiten, so erfordert das vorzeichnen oft eine sehr große Sorgfalt, sowie Kenntnis der Maß- und Meßinstrumente. In der Regel werden die betreffenden Stellen mit Kreide berieben, so daß die dort verzeichneten Risse scharf und klar hervortreten, und durch Körnerschläge festgehalten. Der die betreffende Werkzeugmaschine bedienende Arbeiter hat in diesen Fällen nichts weiter zu thun, als sein Stück so aufzuspannen und so weit abzuarbeiten, daß die Körner eben genau halb stehen bleiben.

Diese Werkzeugmaschinen sind Bohrmaschinen, Drehbänke und Hobelmaschinen, denen sich in neuerer Zeit die Fräsmaschine (s. S. 126 u. 129) angeschlossen hat. In der Regel wird der aus der Schmiede oder der Gießerei gekommene Gegenstand mit Hilfe einer der drei zuletzt genannten Bänke an irgend einer Stelle eben bearbeitet, damit er auf die Anreißplatte gestellt werden kann. Dann folgt das anreißen, darnach die weitere Bearbeitung und zuletzt das bohren, welches oft genug zum Teil erst bei der Montage stattfindet.

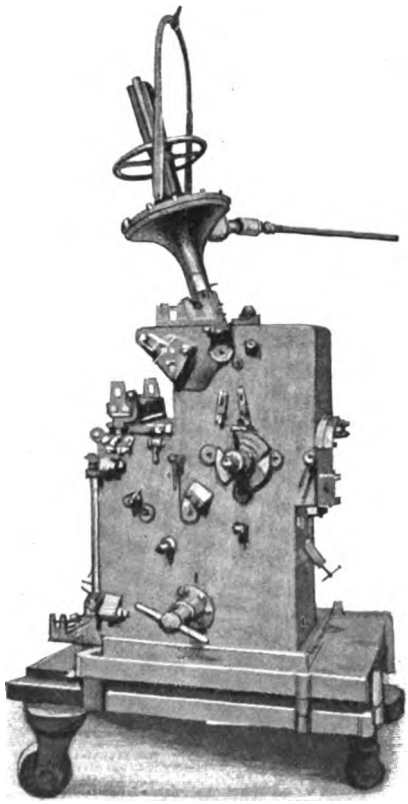
Um die genaue Lage der zu bearbeitenden Flächen zu sichern, hat man Werkzeugmaschinen konstruiert, welche von mehreren Seiten her gleichzeitig arbeiten können, hobeln, fräsen und bohren, und deren Supporte, stahlhaltende verschiebbare, meist sich selbstthätig verschiebende Gestelle, von sich aus bereits in dem richtigen Winkel zu einander stehen.

Digitized by Google

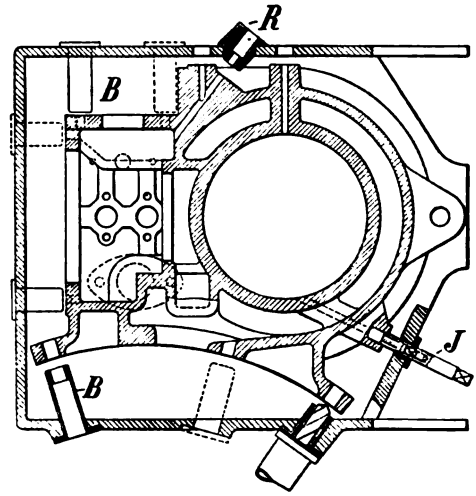
243* Großgießerei von Gebr. Sulzer in Winterthur.

Digitized by Google

Solche Einrichtungen sind schon vor vielen Jahren in Amerika verwendet worden, z. B. in den Reaper works bei Chicago zum bearbeiten der Gestelle der Mähmaschinen. — Neuerdings hat man für Spezialzwecke Gestelle gefertigt, in welche der zu bearbeitende Maschinenteil eingebaut, eingespannt wird, und welche Führungen für die Werkzeuge besitzen, die mit absoluter Sicherheit eine immer gleichmäßig wiederkehrende Bearbeitung bewirken, so daß Hunderte desselben Maschinenteils auswechselbar abgeliefert werden können (vergl. Abb. 244 u. 245). Es ist dies im Grunde nichts weiter, als die Vervollkommnung der altbekannten Bohrlade, in welche man die mit verschiedenen Löchern zu versehenden Gegenstände einspannt, und welche die Führungen für diese Löcher enthält. — Nachdem die einzelnen Teile der Maschine genau nach Maß hergestellt worden sind, beginnt das zusammenstellen, die Montage. Dieselbe geht um so glatter vor sich, je besser die Details gezeichnet und je genauer die Einzelteile bearbeitet worden sind. Bei einer vollkommen vorgearbeiteten Maschine soll alles klappen. Selbst die zur Aufnahme der Verbindungsbolzen dienenden Löcher sollen zu einander und zu den betreffenden Schrauben passen. Das ist aber nicht immer der Fall und kann bei größeren Anlagen auch nicht immer



244. Ansicht des Bohrkastens von E. Kapitän in Frankfurt a. M.



245. Grundriß des Bohrkastens.

durchgeführt werden. Immerhin kommt es aber vor, daß eine Maschinenfabrik einen beschädigten Maschinenteil, z. B. einen Dampfcylinder auszuwechseln hat und denselben von der Werkstatt aus so vollkommen passend liefert, daß das Anbringen desselben ohne weiteres durchgeführt werden kann. Eine solche Leistung ist u. a. von der Maschinenfabrik Gebr. Sulzer in Winterthur (Schweiz) nach Norddeutschland hin bethätigt worden. Das setzt eine vollkommene Durcharbeitung der Maschine und eine sorgfältige Schablonenarbeit voraus. Im kleinen wird dies oft bewerkstelligt. Gewehre, Nähmaschinen und Fahrradteile müssen auswechselbar zu einander passen. Zuerst erschien diese vollkommene Durcharbeitung etwa zu Ende der 60er Jahre bei den amerikanischen landwirtschaftlichen Maschinen, für welche genau passende Reserveteile schon damals noch nach Jahren bezogen werden konnten.

Durch solche Bedingungen wurde die Feinmeßkunst im Maschinenbau groß gezogen: die Kunst, die Teile eines Gegenstandes in verschiedenen örtlich getrennten Werkstätten so herzustellen, daß sie zu einander passen. Das ist überaus schwer. Schon die

Digitized by Google

Differenz von einem 100stel mm, eine im gewöhnlichen Werkstattleben unmeßbare Größe, gibt bei kleinen Bolzen Lockerungen merkbarer Art. Längenunterschiede von einem 100stel mm lassen sich bei zwei nebeneinander liegenden Stäbchen fühlen, freilich noch nicht sehen. Indessen kommt diese zahlenmäßige Meßgenauigkeit in der Praxis wenig zur Geltung; man ersetzt das Maß durch die Lehre oder das Kaliber.

Unter Lehre versteht man im Maschinenbau ein haken- oder bügelförmig ausgearbeitetes Stück Stahlblech, dessen innere Weite dem betreffenden Maß entspricht. Hierhinein muß das Arbeitsstück genau passen, wenn es das richtige Maß haben soll. Das Gegenstück ist das Stichmaß, welches in die Höhlung des Arbeitsstückes passen muß. Für runde Höhlungen hat man ein volles Stichmaß, den Kaliberbolzen, welcher haarscharf auf das gewünschte Maß abgeschliffen und in das betreffende Loch des Arbeitsstückes genau hineinpassen muß. Das Gegenstück hierzu ist das Hohlkaliber oder der Kaliberring, zu welchem wieder die betreffenden Zapfen passen müssen. Stichmaß und Lehre, Kaliber und Ring, welche für miteinander arbeitende Stücke bestimmt sind, passen nicht zu einander. Ein Kaliberbolzen von 50 mm geht nicht in einen Kaliberring von 50 mm hinein, d. h. das Loch, zu welchem ein Kaliberring der angegebenen Größe gut paßt, muß etwas weiter sein, als 50 mm. Auf der richtigen Anwendung dieser Lehren und Kaliber in Verbindung mit unseren entsprechend sorgfältig gebauten Werkzeugmaschinen beruht die heutige Genauigkeit des Maschinenbaues, sowie die Möglichkeit der Massenfabrikation. Heute findet man in allen guten Fabriken die Normalkaliber in der Meisterstube und die möglichst genauen Kopien derselben auf den Bänken; etwas, was freilich noch vor zwanzig Jahren fast unbekannt war.

Aus solchen Arbeiten setzt sich, im wesentlichen ganz unabhängig vom Objekt, der Maschinenbau zusammen. Dabei ist es dem Arbeiter ganz gleichgültig, wozu das Stück gehört, ob es zu einem Spinn- oder Webstuhl, zu einer Färbereimaschine, Schnellpresse, einem Geschütz, einer Gas- oder Dampfmaschine, einer Werkzeugmaschine, Fahrrad oder Nähmaschine gehört. Der Maschinenbau liefert alles, was von Eisen, und vieles, was aus anderen Metallen zu fertigen ist, und teilt sich darin nur noch mit dem Kessel-, Schiffs- und Brückenbau, in ganz leichtem Anschluß an die Stellmacherei, welche er sich für landwirtschaftliche Maschinen, Waggonbau u. s. w. dienstbar gemacht hat. Der Unterschied der verschiedenen Maschinenfabriken liegt daher weniger in der Werkstatt als im Bureau, wenn man von den eigentlichen Spezialfabriken absehen darf.

Ist das zusammenstellen einer Maschine an sich schon eine hochinteressante Arbeit, auch schon, wenn das System nicht mehr neu ist, so ist das ingangsetzen derselben das höchste, das reizvollste auf diesem Gebiet. Freilich muß noch so manchmal nachgearbeitet werden, ehe alles klappt, und so manche Maschine kommt nicht anders in Gang, als auf dem Wege zum Schrott. Aber wenn anderseits so ein Ding zum erstenmal in die beabsichtigte Bewegung gerät, dann ist es auch ein Genuß für den Techniker, und die Freude des Personals und vor allem des Konstrukteurs und des Monteurs wiegt leicht alle die Mühen auf, welche der Bau gemacht.

Am höchsten ist dieser Reiz bei dem ingangsetzen eines selbständigen Motors z. B. einer Schiffsdampfmaschine, eines oft ungeheuren Komplexes von Kessel- und Maschinenteilen (Abb. 237 u. 238), der dem Laien nur als ein wüstes Durcheinander erscheint. — Zuerst wird Dampf gemacht. Die Kessel waren längst probiert und erfordern wenig besondere Beachtung. Die Zeit wird zur letzten Revision der Muttern, zum ölen und putzen benutzt. Jetzt ist die genügende Spannung erreicht; langsam öffnet der Maschinist das Ventil auf dem Kessel und läßt den Dampf in die Leitung, die sich fauchend erwärmt. Das sich massenhaft bildende Kondenswasser wird zischend und dampfend entlassen. Jetzt naht der erste wichtige Moment: Das Zulaßventil an der Maschine wird zunächst ganz wenig geöffnet, und zum erstenmal nimmt der Cylinder Dampf auf. Es bildet sich massenhaft Niederschlagwasser, welches zu den hier angebrachten Hähnen pustend herausströmt. In dem vorsichtigen anwärmen der Maschine besteht jetzt die Hauptsorge. Die Cylinder müssen erst auf Dampftemperatur kommen, bevor wirklich Kraft gegeben werden darf, und die einzigen Auswege für den wärmenden Dampf sind jene Cylinderhähne. Der Maschinenraum füllt sich mit warmem Nebel, der alles einhüllt und das Personal den

Digitized by Google

Blicken entzieht. Alles beschlägt und tropft; es wird unbehaglich. Jetzt hört das zischen auf; die Cylinderhähne werden bis auf ein kleines geschlossen, und der Dampf im Cylinder gewinnt an Spannung. Atemlos blickt das Personal auf die Kurbel, da, ein kurzer Ruck und dann ein sanftes, langsames drehen; die gewaltigen Massen setzen sich in Bewegung und wälzen sich durcheinander. Je nach dem Ton, den die Cylinderhähne von sich geben, dem zuweilen wohl auch, wenn nicht ganz vorsichtig angewärmt worden, das unheimliche Klatschen der Wasserventile sich zugesellt, werden dieselben geschlossen, und man vernimmt nur noch das atmen der Cylinder und das leichte stoßen der absichtlich noch locker gehaltenen Lagerstellen. Die Maschine geht, und befriedigt läßt sie der Maschinist im langsamsten Tempo laufen, immer noch die Lager mit Wasser durchspülend. Das reinigt und poliert die Flächen, bereitet sie vor zu ihrer wichtigen Aufgabe. Erst nach längerer Zeit wird, langsam austauschend, Öl gegeben.

Die Maschine arbeitet noch mit dem niedrigst anwendbaren Dampfdruck, ohne Kondensation; die Kondensatorpumpen arbeiten noch leer, es ist besser, das Neue nacheinander zu probieren. Nun werden die Kühlpumpen, welche bis dahin nur eben die Erhitzung des Kondensators zu vermeiden hatten, in regere Thätigkeit versetzt und die Öffnungen des Kondensators geschlossen. Das Vakuummeter bekommt Leben und die Maschine ein schnelleres Tempo. Schnarchend und dumpf polternd nimmt der Kondensator an der Arbeit teil, bis auch er durch regelrechten Schluß aller Hähne beruhigt wird und nur durch die ihm eigentümlichen dumpfen Stöße sich bemerkbar macht. — Die Maschine ist im Gang.

Haben wir bis hierher der Entstehung der Dampfmaschine einige Betrachtungen gewidmet, so bleibt noch die Frage zu erörtern: Wem verdanken wir den gewaltigen Aufschwung, den das Maschinenwesen in unserer Zeit genommen? Ist es die stetige, überall erkennbare Entwickelung, welche dies Gebiet auf die heutige Höhe geführt?

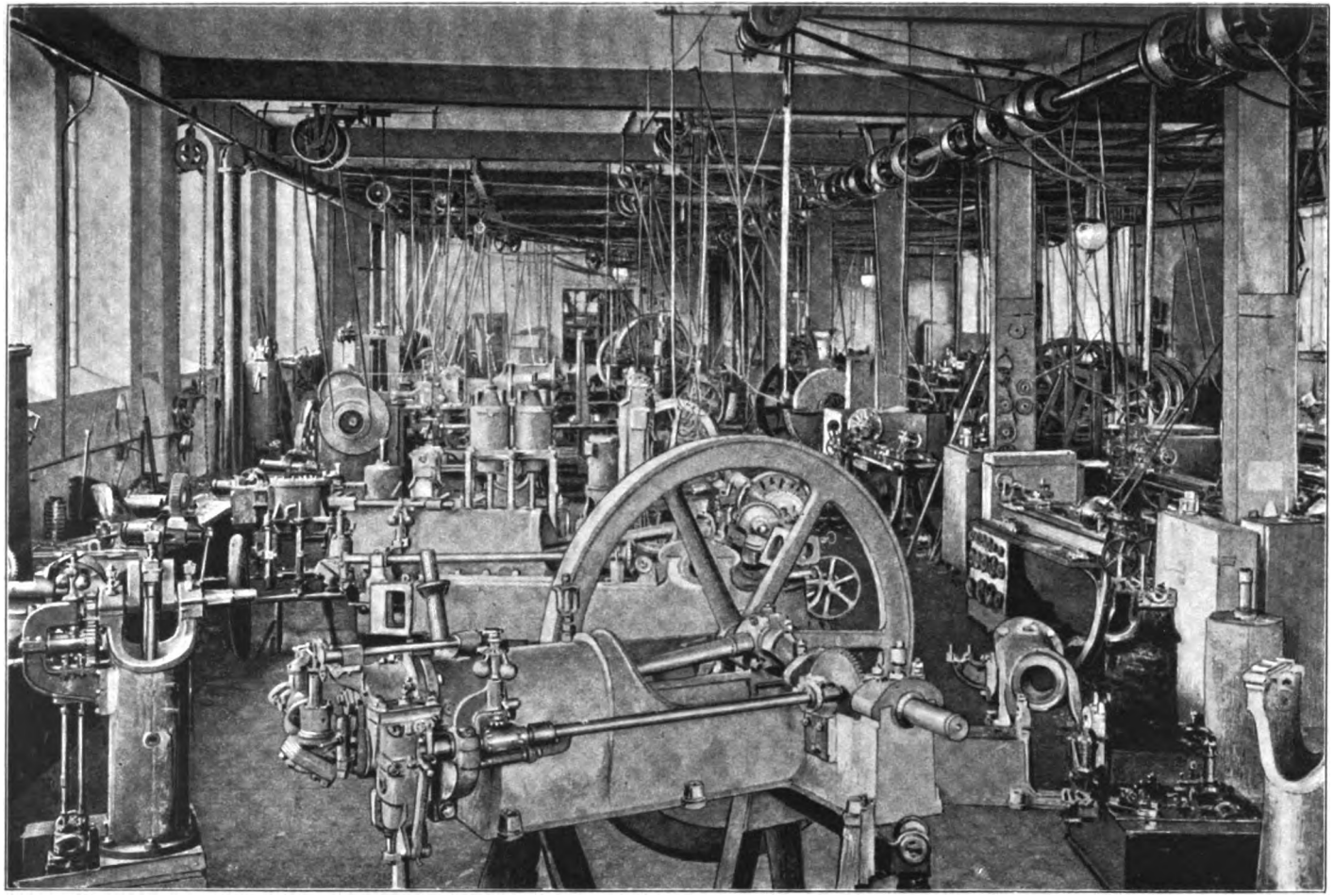
Nein. Ein kurzer Rückblick auf die Entwickelung des modernen Maschinenwesens zeigt, daß dasselbe erst seit dem Dasein der Dampfmaschine seine ungeheuren Fortschritte gemacht hat, und diese verdankt ihr Dasein der Kohle. Erst nachdem der Mensch gelernt hat, die gewaltige Arbeitsmenge zu verwerten, welche die Natur in der Kohle aufgehäuft hat, hat sich sein sinnen und trachten auf die Maschine geworfen, welche heute nahezu jedem Beruf unentbehrlich geworden ist; sogar der reinen Wissenschaft durch die Druckerei. Nebenher freilich haben auch die Wasserkraft und in kleinen Verhältnissen der Wind gearbeitet; aber es ist merkwürdig genug, daß auch diese Naturkräfte erst im Zeitalter des Dampfes zur größeren Entwickelung gelangt sind. Und noch eigenartiger erscheint es, daß man erst zu unserer Zeit wieder begonnen hat, der Wasserkraft die ihr zukommende Beachtung zuzuwenden und sie im größten Maßstabe im Verein mit der Elektrizität zu verwerten. Wir erinnern nur an die moderne Ausnutzung des Niagarafalles. Nach dem auffinden der Kohle hat sich die Menschheit Bedürfnisse anerzogen, denen sie sich nicht wieder entfremden mag, und beeilt sich nunmehr, unter dem Druck der starken Vermehrung, sich die Naturkräfte mehr als bisher nutzbar zu machen.

Und die Zukunft? Die Kohle wird von Jahr zu Jahr teurer, und auch die weitestgehende Ausnutzung der Wasserkraft kann nur einen geringen Teil ihrer Arbeitskraft ersetzen*); mit Bezug auf den transozeanischen Verkehr wird sie es nie können. Ob das neuerdings eingetretene Petroleum dauernd standhalten wird, ist sehr fraglich. Die Kontinente, heute durch die staunenswerten Leistungen der Dampfschiffahrt einander so überaus genähert, werden sich wieder entfernen und mehr und mehr wieder auf sich selbst angewiesen werden; und damit muß sich eine gewaltige Verschiebung der Verkehrs-

*) Am nächsten liegen uns noch die Windkraft und die Sonnenwärme, und vielleicht gelingt es, Akkumulatoren zu schaffen, welche eine regelmäßige Ausnutzung gewähren. In der Ebbe und Flut dürfte kaum das Erwartete liegen, und die Wasserkräfte werden daher die Kohle nie ersetzen. Der Rhein, bis zum äußersten zur Kraftentwickelung ausgenutzt, würde noch nicht das leisten, was heute an seinen Ufern der Dampfkraft obliegt. —

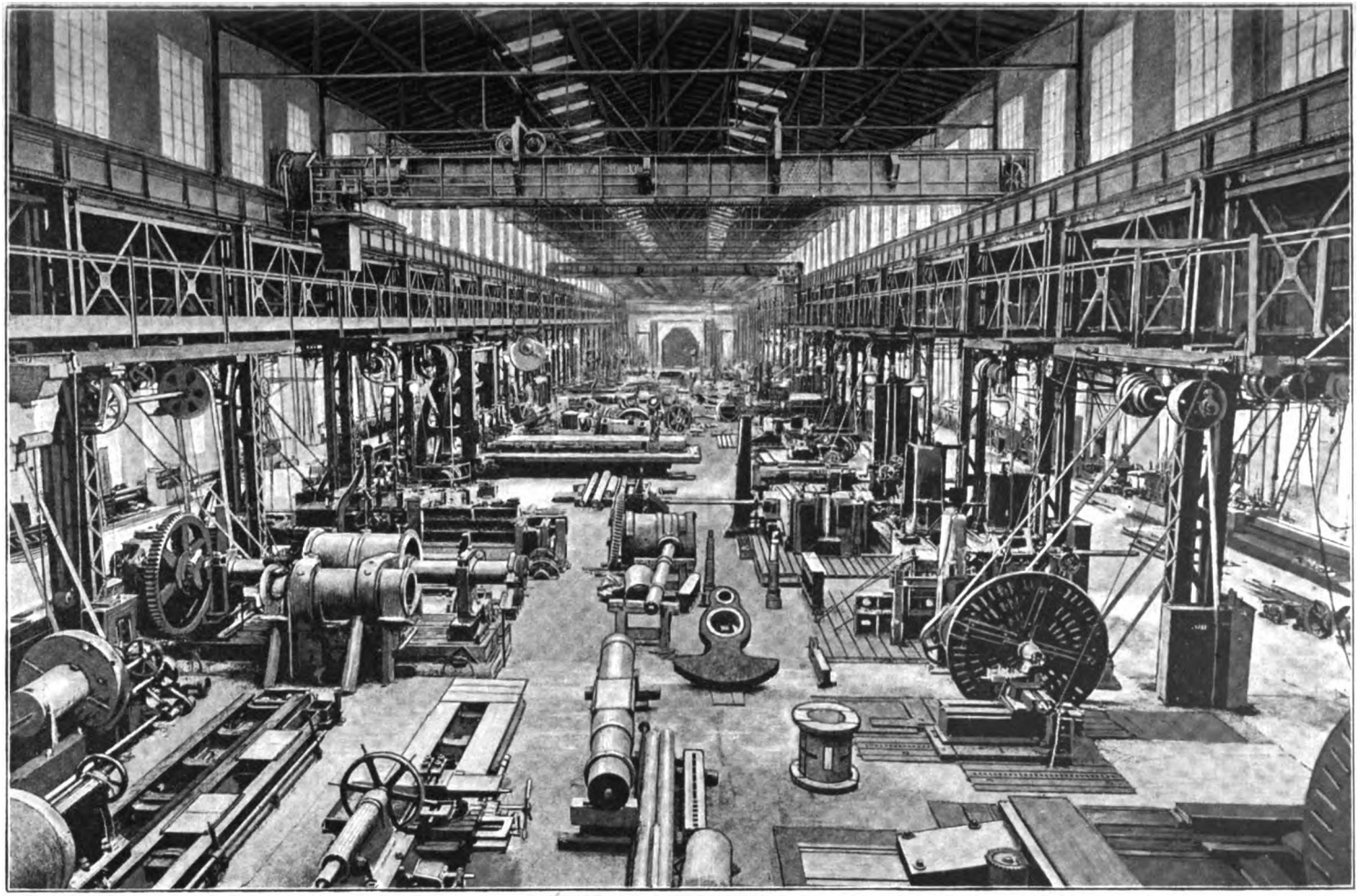
Der ungeheure Kohlenverbrauch läßt sich nach der Notiz beurteilen, daß aus dem Ruhrgebiet allein im Oktober 1897 3388670, im Oktober 1898 3670420 Ton durch die Eisenbahn abgeführt wurden. Oberschlesien lieferte zur selben Zeit 1294620 bezw. 1408876 Ton Kohlen.

Digitized by Google



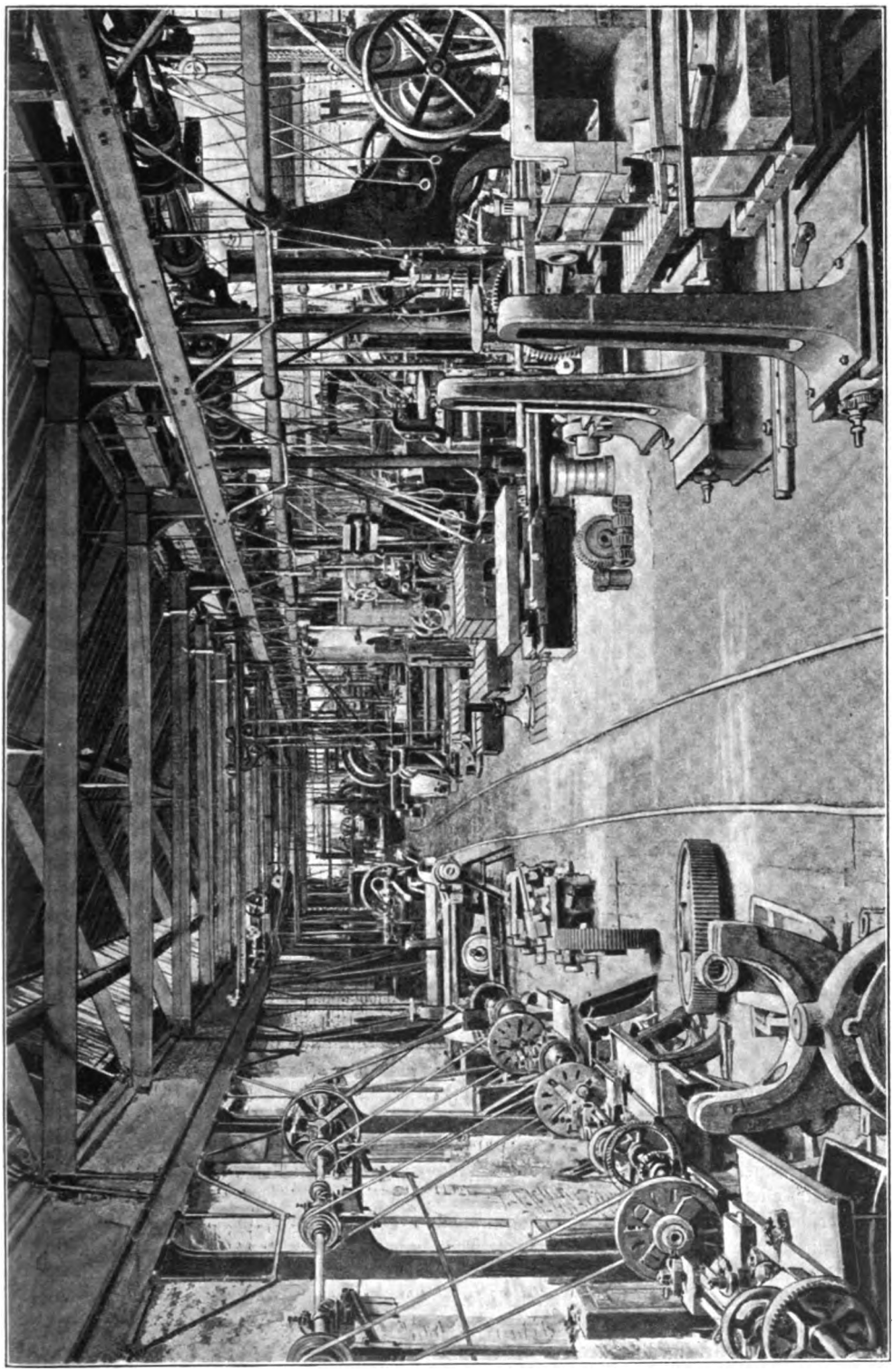
246. Inneres einer Maschinenfabrik (Molitor & Co. in Heidelberg).

Digitized by Google



247. Maschinenhalle der Duisburger Maschinenbau-Actien-Gesellschaft vorm. Bechem & Keetmann in Duisburg.

Digitized by Google

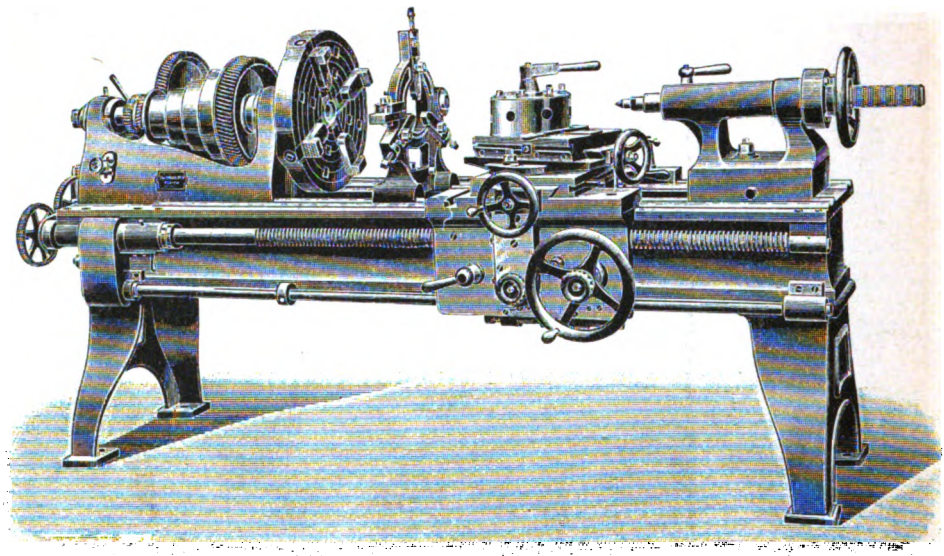


248. Dreherei der Werkzeugmaschinenfabrik von Ernst Schieß in Düsseldorf-Oberbilk.

Digitized by Google

verhältnisse vollziehen. Export und Import gehen auf ein durch den Segelschiffverkehr gebotenes Minimum zurück, die ausländische Konkurrenz verliert ihren Wert, damit aber auch den Absatz nach außen. Mit der Abnahme der dem Menschen zur Verfügung stehenden Naturkräfte jedoch wird der Wert der Arbeit wachsen und damit das Bestreben, sie möglichst nutzbar zu machen. Und hierzu dient wieder die Maschine, welcher in den letzten Jahrzehnten ein mächtiger Hebel in der sich überall hineindrängenden Elektrizität erwachsen ist. Zwar ist sie noch keine Kraftquelle für uns geworden, es mag sein, daß wir sie den Vorräten der Natur abgewinnen lernen, aber sie erschließt uns die anderen natürlichen Kraftquellen, vor allem die oft so entlegene Wasserkraft, und macht so ungeheure Arbeitsmengen für den Maschinenbetrieb nutzbar. So wird die Maschine stets die treue Gehilfin der Menschheit bleiben und ihr, ein Produkt des gewaltigen geistigen Schaffens, das körperliche Schaffen für alle Zeiten erleichtern.

Der eigentliche Maschinenbau erwuchs Hand in Hand mit dem Hüttenwesen, welches das Grundmaterial, das Eisen, liefert. Diese beiden Industriezweige sind unzer-

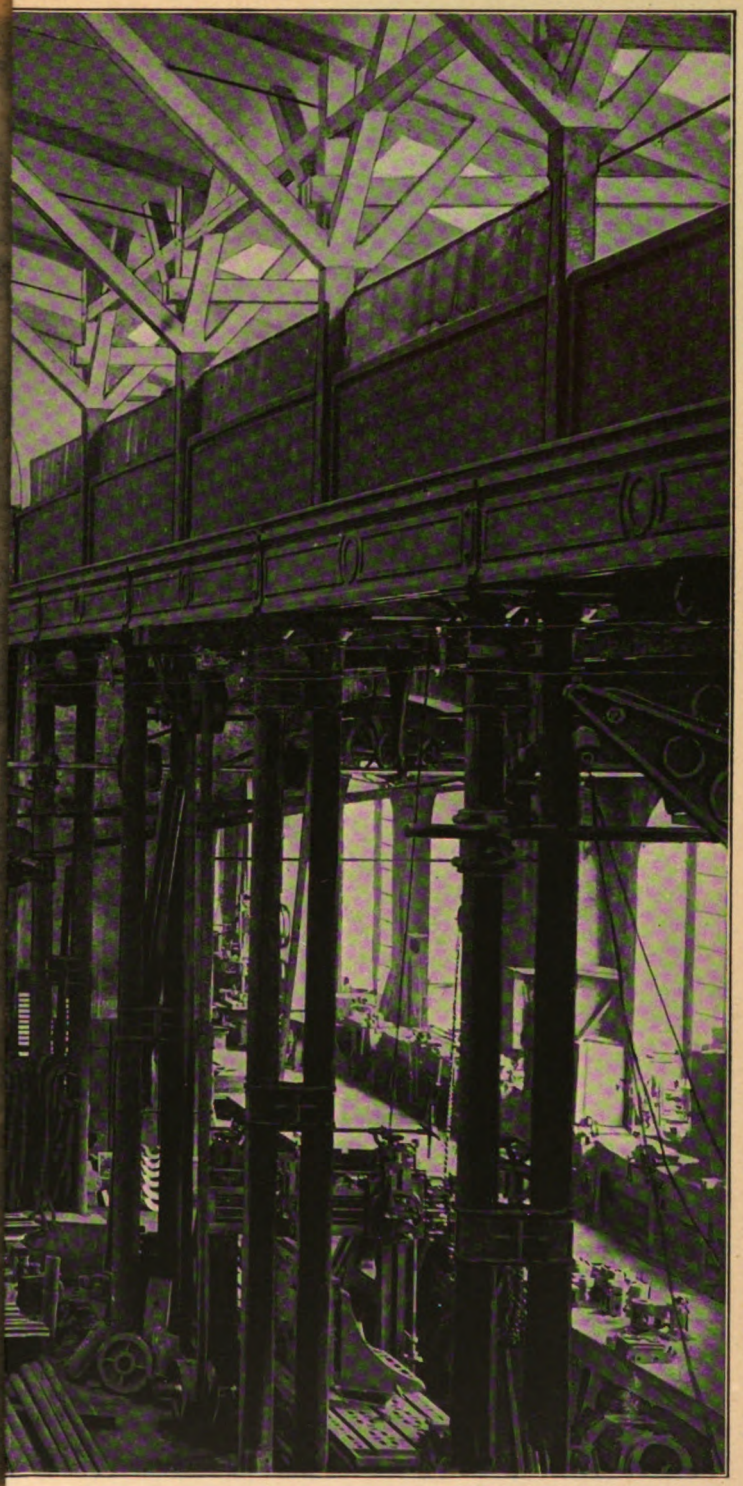


249. Leitspindeldrehbank, amerikanisches System (Frister & Roßmann in Berlin).

trennlich, und beide finden ihren Fußpunkt wieder in der Kohle, bleiben auch sonst aufeinander angewiesen: Das Hüttenwesen kann ohne seine gewaltigen Maschinen nicht bestehen; und wenn auch vielleicht das Eisen durch ein anderes Metall mehr oder weniger verdrängt werden würde, so bliebe immer die Hütte der Ort, wo dies den Gesteinen entnommen und dem Maschinenbau in brauchbarer Form überliefert wird. Daher sind die Gegenden, in denen Eisen und Kohle gefunden werden, die Ausgangspunkte für den Maschinenbau gewesen, und noch vor einem halben Menschenalter wurde stets erst die Gießerei und dann die Maschinenbauanstalt angelegt. Die heutigen Verkehrsverhältnisse, wieder nur durch die Maschine so großartig gestaltet, haben den Zusammenhang zwischen Hütte und Gießerei und Maschinenfabrik gelockert, und wir finden diese nunmehr vielfach getrennt. Diese Trennung beginnt sich in der Neuzeit durch die Fortschritte der Elektrolyse zu verschärfen, welche die Metallgewinnung mit Hilfe des erleichterten Transportes in die Nähe der Kraftquellen zu verlegen bestrebt ist, wo die Elektrizität statt der Kohle erzlösend zu arbeiten hat.

Der Grund für diese Trennung ist neben der genannten Erleichterung des Verkehrs die immer mehr und mehr notwendig erscheinende Spezialisierung, die der ganzen Industrie ihren heutigen Charakter aufprägende Teilung der Arbeit. Während die Maschinenfabrik alter Zeit aus der Modellschreinerei, Formerei und Gießerei, Schmiede, Schlosserei und Dreherei, letztere als Inhaberin alles dessen, was man an Werkzeug-

Digitized by Google



Leipzig, Otto Spamer, 1900.

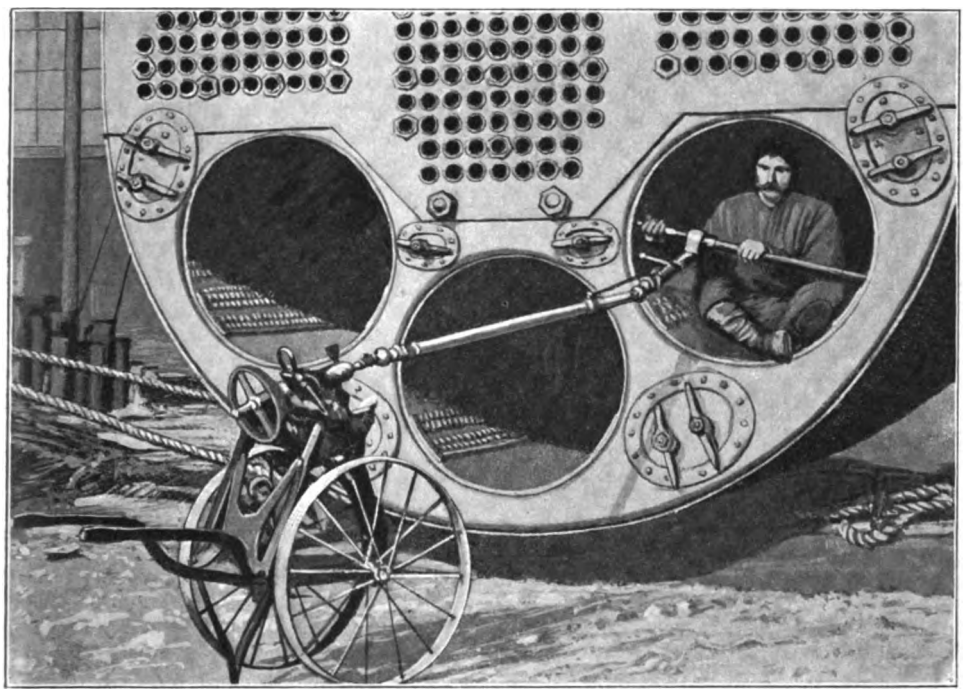
chinenfabrik

Digitized by Google

Digitized by Google

maschinen hatte, bestand, findet man heute vielfach bereits die Modellfabrik getrennt von der Gießerei, von welcher die Maschinenfabrik die Gußteile bezieht; auch die Schmiedeteile, mindestens die schweren, werden von der Hammerschmiede, oft noch einem Anhängsel der Hütte, bezogen, und in der Maschinenfabrik selbst findet die Arbeitsteilung den weitesten Raum.

Die alte Maschinenfabrik lieferte alles, was aus Eisen war, und scheute sich als Kind des Mühlenbaues auch nicht vor der Stellmacherei, welche, namentlich für den landwirtschaftlichen Maschinenbau und in den ersten Zeiten des Eisenbahnwesens, die Gestelle lieferte. Da gab es selbst kleinere Anlagen, welche Pflüge und alle Arten landwirtschaftlicher Maschinen, Grabkreuze mit Vergoldung und Grabgitter, Pumpen, Dampfmaschinen und selbst Dampfboote lieferten. Das ist heute verschwunden oder wenigstens



250. Transportable Bohrmaschine, System Kodolitsch.

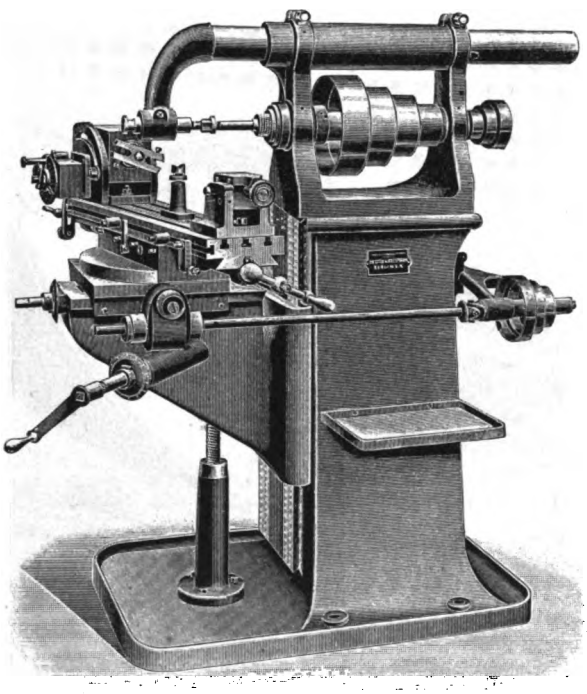
nach den Grenzen der Industrie gedrängt. Das Streben der gut eingerichteten Maschinenfabrik ist die Spezialität: einige wenige Gattungen, diese aber bis in die feinsten Einzelheiten durchgearbeitet und auf das sorgfältigste ausgeführt.

Hand in Hand mit diesem Streben geht die Spezialisierung der Werkzeugmaschine.

Wie überhaupt noch vor knapp einem Jahrhundert war auch im Maschinenbau alles Handarbeit. Meißel, Hammer und Feile, als einzige Maschine schon früh die Bohrmaschine, das war alles. Der Stolz des Maschinenbauers noch in den 40er Jahren war es, eine gerade Gußfläche mit dem Meißel herzustellen, geschmiedete Wellen mit Meißel und Feile gangbar zu machen. Bald kam die Drehbank hinzu und lieferte damalige Wunder genauer Arbeit, unterstützt von den Fortschritten der Hütte, welche gewalzte Stangen besser zu liefern lernte. In allem schritt England voran, welches der Welt die Maschinen lieferte, wieder der Erfolg der dort zuerst gewürdigten Kohle. Namentlich waren es Maudslay (1771—1831) und Whitworth (1805—1887; s. den Abschnitt: Bolzen und Schrauben), welche die ersten besseren Werkzeugmaschinen schufen. Ihnen folgten in Deutschland Hartmann (1809—1878) und Zimmermann in Chemnitz. Dann übernahmen die Amerikaner die Führung, deren Modellen die heutigen Werkzeugmaschinen zum großen Teil entstammen. Zur Drehbank trat die Hobelmaschine und

Digitized by Google

die kleine Schwester derselben, die Shapingmaschine.*) Schüchtern brach sich die Fräsmaschine Bahn. Die erste deutsche Fabrik, welche diese Maschine selbständig nach eigenem System baute, war unseres Wissens Behne & Herz in Harburg, in den sechziger Jahren. Heute beherrscht die Fräsmaschine den ganzen feineren Maschinenbau (Kleineisenindustrie) und ist dabei, sich auch im groben Maschinenbau (fräsen der Riemenscheibe, Ersatz des hobelns durch fräsen) einzubürgern. Während auf der Drehbank alles gefertigt wird, was rund ist, also auf derselben Arbeiten von außerordentlicher Mannigfaltigkeit geliefert werden können — die Drehbank ist verhältnismäßig nur wenig Einzelarbeitsmaschine geworden (Bolzendrehbänke, Räderdrehbänke, Revolverdrehbänke) — muß die Fräsbank für jede Arbeit besonders eingestellt werden, die sie dann aber auch häufig durchaus selbständig ausführt, einschließlich der Abstellung. Ein Arbeiter kann also mehrere Fräsbänke bedienen, was bei der Drehbank nur ausnahmsweise der Fall ist. Die Fräsbank ist also im Gegensatz zur Drehbank außerordentlich geeignet, dieselbe Arbeit immer und immer zu wiederholen, welche, solange der Fräser gut bleibt — hierin liegt die Überlegenheit desselben gegenüber dem Drehstahl — mit außerordentlicher Genauigkeit und Gleichmäßigkeit ausgeführt wird. Die Fräsbank ist die Wiege der Massenfabrikation.



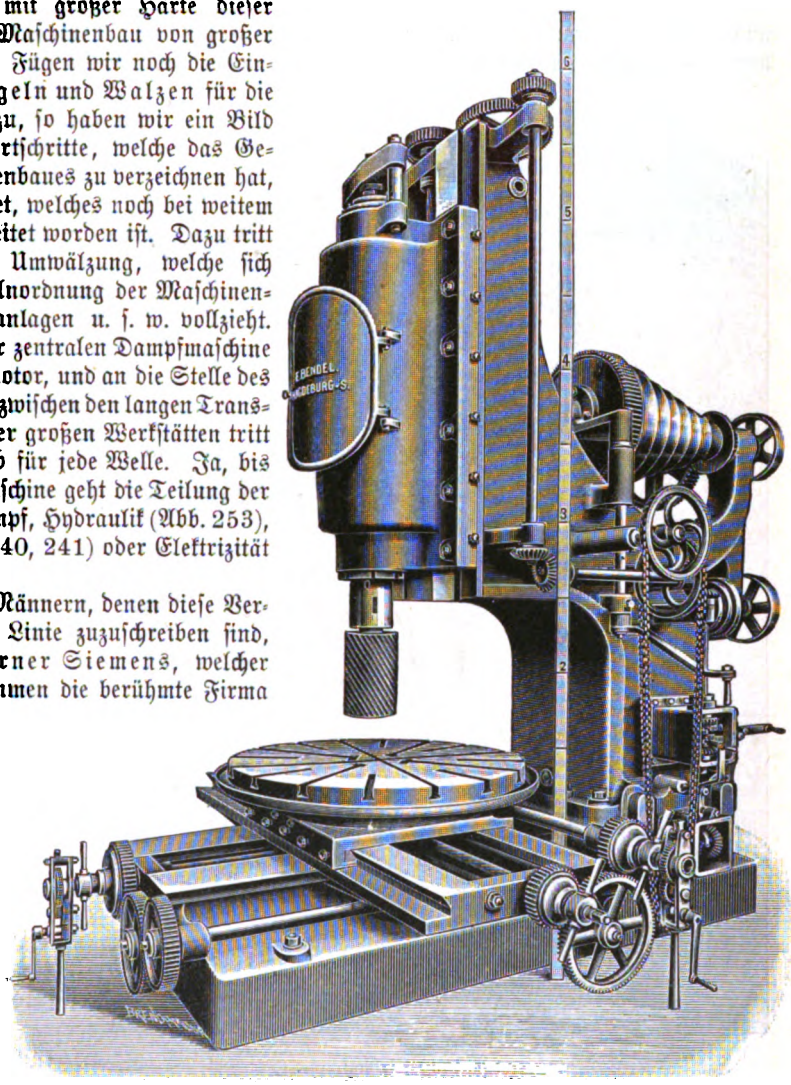
251. Universalfräsmaschine von Fritter & Roßmann in Berlin.

Hierfür nur ein Beispiel. Von einem Gewehr verlangt man, daß sämtliche Teile mit den entsprechenden eines anderen gleichartigen Gewehres ausgewechselt werden können. Dieselben müssen also mit einer noch vor wenigen Jahrzehnten ungeahnten Genauigkeit gearbeitet sein. Das liefert die Fräsmaschine, wenn für jede mit ein und demselben Fräser herstellbare Form eine besondere Maschine vorhanden ist. Eine Gewehrfabrik besitzt also eine Unzahl einzelner Maschinen, von denen jede für einen ganz bestimmten Teil je der verschiedenen Gewehrteile eingestellt ist. So wird die Kammer eines gewissen von der Firma Ludwig Löwe in Berlin gelieferten Gewehres 113 mal umgespannt und von der letzten Maschine derart abgegeben, daß auch nicht mehr ein Feilstrich notwendig ist. Ebenso ist es mit vielen anderen Artikeln: Nähmaschinen, Schreibmaschinen u. s. w. Noch weiter geht man beim Fahrrad (s. dieses). Hier werden selbst Einzelteile je in besonderen Fabriken gefertigt, so daß sich die meisten sogenannten Fahrradfabriken nur mit dem zusammenstellen und dem Vertrieb der Fahrräder beschäftigen. — Der Fräsmaschine und der Drehbank hat sich noch eine Maschine an die Seite gestellt, welche zwar keine Massen bewältigt, aber dennoch eine große Bedeutung gewonnen hat durch die außerordentliche Genauigkeit ihrer Arbeit. Es ist die Schleifmaschine. Der Vorfahr ist ein plumpes Gerät, der bekannte Schleifstein, der aber schon seit den 50er Jahren im Maschinenbau zum rohen bearbeiten rauher Flächen verwendet wurde. Dann lernte man

*) Hier fehlt ein treffendes Wort. Die Übersetzung ergibt Feilmaschine, was aber der Arbeit der Maschine nicht entspricht. Das passendste würde Fein- oder Schnellhobelmaschine sein.

Digitized by Google

künstliche Schleifsteine, Schmirgelsteine fertigen, welche den Sandstein an Gleichmäßigkeit des Kornes, Schärfe und Haltbarkeit weit überragen. Schneller Gang und feines Korn führten hier zu außerordentlich sauberer Oberflächenbearbeitung. Aber erst als man begann, sich auch das Arbeitsstück drehen zu lassen*), gewann man den letzten Erfolg, die bis dahin unbekannt genaue Bearbeitung runder Flächen, wie sie bei Zapfen und Lagern, in Verbindung mit großer Härte dieser Teile, für den Maschinenbau von großer Bedeutung sind. Fügen wir noch die Einführung der Kugeln und Walzen für die Lagerungen hinzu, so haben wir ein Bild der neuesten Fortschritte, welche das Gebiet des Maschinenbaues zu verzeichnen hat, freilich ein Gebiet, welches noch bei weitem nicht durchgearbeitet worden ist. Dazu tritt die vollständige Umwälzung, welche sich zur Zeit in der Anordnung der Maschinenfabriken, Hüttenanlagen u. s. w. vollzieht. An die Stelle der zentralen Dampfmaschine tritt der Elektromotor, und an die Stelle des Riemengewirres zwischen den langen Transmissionswellen der großen Werkstätten tritt der Einzelantrieb für jede Welle. Ja, bis zur einzelnen Maschine geht die Teilung der Kraft, sei es Dampf, Hydraulik (Abb. 253), Preßluft (Abb. 240, 241) oder Elektrizität (Abb. 254).



252. Fräsmaschine mit senkrechter Spindel (E. Bendel in Magdeburg).

Unter den Männern, denen diese Verdienste in erster Linie zuzuschreiben sind, nennen wir Werner Siemens, welcher mit Halske zusammen die berühmte Firma Siemens & Halske gründete und, gleichzeitig mit dem Engländer Gramme, die Grundlage für die Dynamomaschine entdeckte; ferner S. Schuckert in Nürnberg, denen in jüngster Zeit eine Reihe hervorragender Firmen, wie Lameyer in Aachen, die Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft in Berlin u. a. folgten.

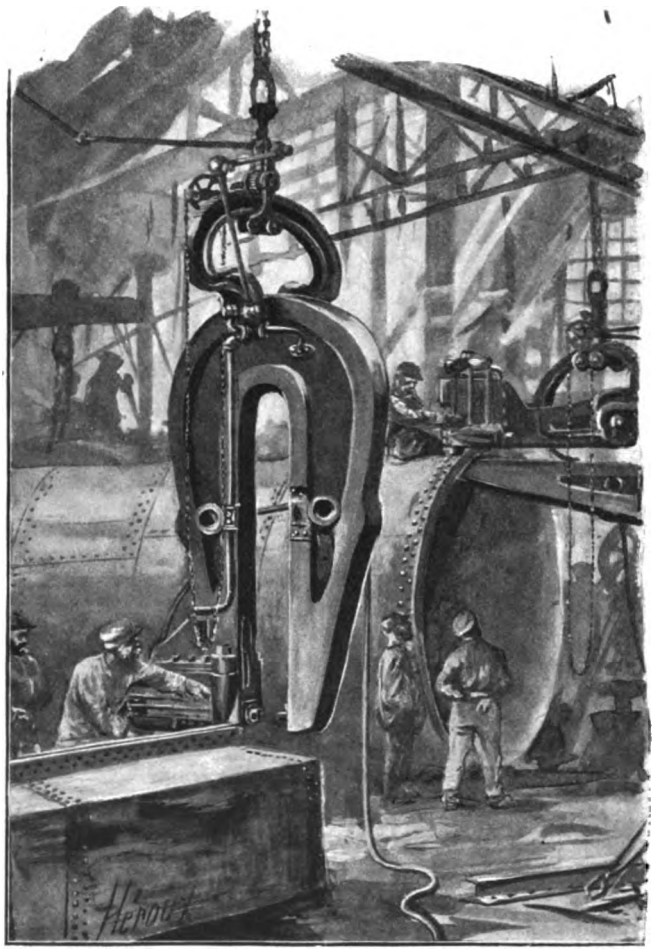
Aber diese Verteilung ist neuerdings durch die Preßluftwerkzeuge (vergl. Abb. 240 u. 241) in ganz eigentümliche Bahnen gelenkt. Man treibt heute nicht nur Werkzeugmaschinen einzeln durch Preßluft an, sondern nimmt sogar die Bohrmaschine, von Zwerg-

*) Die bedeutendsten Leistungen auf diesem Gebiete haben nach dem Vorgange von Brown & Sharpe, Providence die deutschen Fabriken Reinecker in Chemnitz und Lorenz in Karlsruhe aufzuweisen. Indessen findet man heute diese Schleifmaschinen bereits in allen gut eingerichteten Maschinenfabriken.

Digitized by Google

maschinchen getrieben, vom Gestell und gibt sie dem Arbeiter in die Hand, der, sie gegen den zu bohrenden Maschinenteil haltend, die Arbeit leitet, die das fleißige Maschinchen besorgt. Selbst den Meißel nimmt man dem Arbeiter aus der Hand, steckt ihn in das Preßlufthandstück, welches der Arbeiter an den zu behauenden Teil bringt, um verhältnismäßig mühelos den kräftigsten Span abzulösen.

Auf dem heute die industrielle Welt beherrschenden Gebiet der Arbeitsteilung ist uns Amerika vorangegangen. Amerika hat den technischen Maschinenbau von England, den wissenschaftlichen Teil desselben von Deutschland erhalten und ist beiden mit Bezug auf Gesamtleistung vorausgeeilt. Das hat seinen Grund hauptsächlich in dreierlei: dem ungeheuren Bedarf, welcher am leichtesten zur Massenfabrikation führt, dem Mangel an Arbeitskraft, welcher zur Herstellung von Einzelmaschinen zwingt, und in der großartigen Unternehmungskraft des Amerikaners.*) Es ist schwer zu entscheiden, ob diese mehr dem dort reicher fließenden Kapital zuzuschreiben ist, oder mit der eigenartigen Erziehung des amerikanischen Volkes zusammenhängt. Von jeher die Auslese unternehmungslustiger Menschen, denen es in der Heimat zu eng geworden, ist diese Nation noch durch das Sieb eines großartigen Lebenskampfes gegangen, welcher Generationen hindurch alles für diesen Kampf zuschnitt. Was nicht paßte, ging unter, und so ist das heutige amerikanische Volk das Produkt einer scharfen Zuchtwahl. Da wurden die rücksichtslose Energie und der Unternehmungsgeist groß gezogen, welche den heutigen Amerikaner kennzeichnen. Demgegenüber hat der Deutsche jahrhundertelang in der Zwangsjacke der Armseligkeit gesteckt und erst durch die großartigen politischen Errungenschaften unseres Jahrhunderts sind das Selbstvertrauen, die Thatkraft und damit die Unternehmungslust, das angereicherte Kapital nicht zu vergessen, zurückgekehrt. Als segensreich im höchsten Grade hat sich die Aufmerksamkeit erwiesen, welche man in Deutschland dem Technischen Schulwesen zugewendet hat.

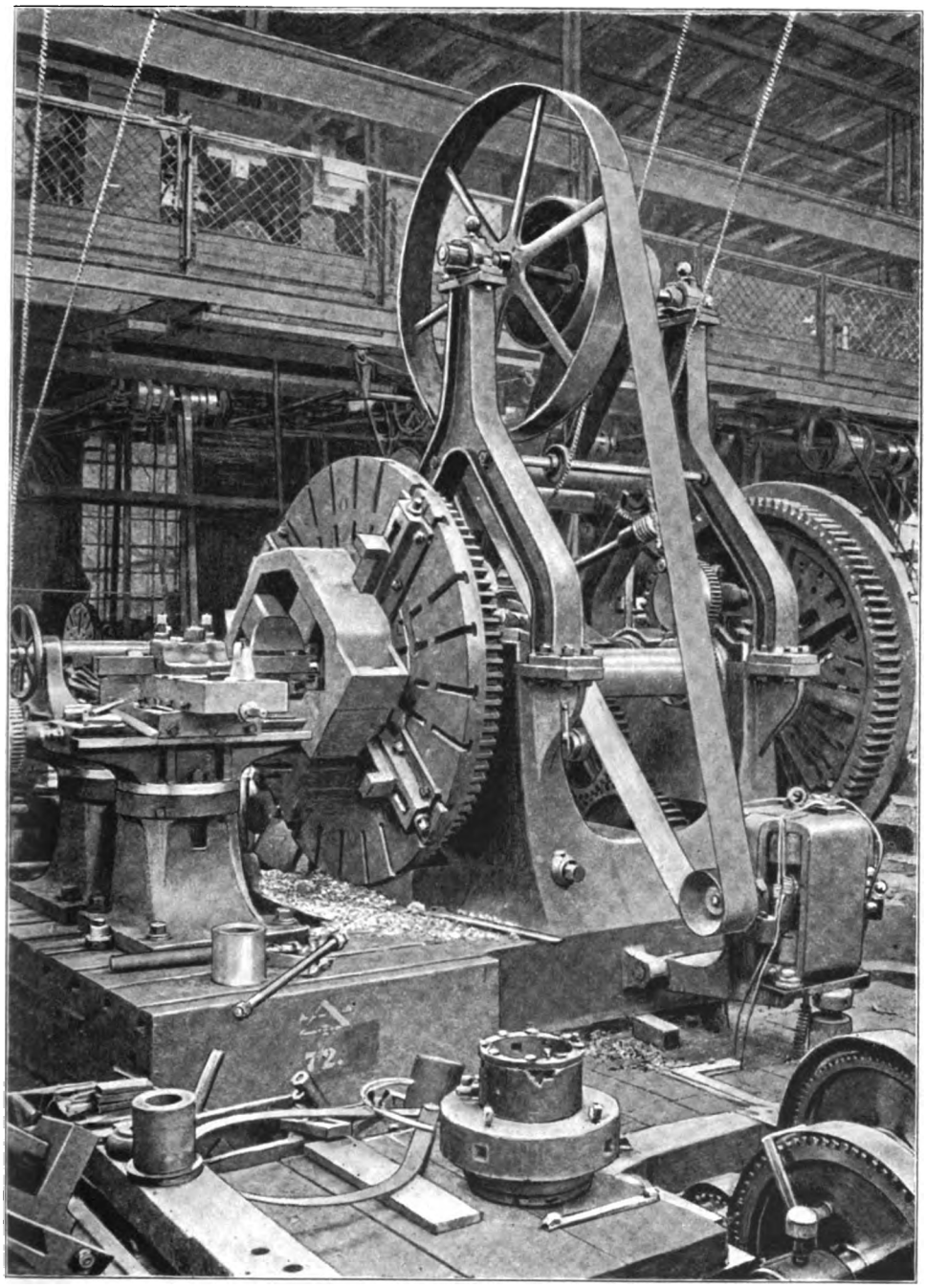


258. Hydraulische Nietmaschine.

Die Erfolge dieser Anstalten sind den Männern zu verdanken, welche — der Stolz des Deutschtums — es fertig brachten, dem Maschinenbau die wissenschaftliche Seite

**) S. Haedicke, „Die Kleineisenindustrie in Amerika", „Stahl und Eisen", 1891.

Digitized by Google



254. Räder- und Bandagendoppeldrehbank elektrisch betrieben.

Digitized by Google

255. Ferdinand Redtenbacher.

256. Karl Karmarsch.

257. Gustav Zeuner.

258. Franz Reuleaux.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

abzuringen, welche dem Praktiker die Richtschnur gaben, nach der er zu arbeiten hatte. — Der Stolz des Deutschtums. Wenn England dank seiner Lage und seiner Schätze an Kohle und Eisen den Vormarsch übernehmen durfte zu einer Zeit, wo Bedarf und praktischer Verstand die Grundlage bildeten, so gelang es Deutschland, den Kern zu erkennen und der Praxis die Anweisungen zu erteilen, unterstützt freilich von der Intelligenz des französischen Nachbars, während wir in England vergeblich nach einem systematisch wissenschaftlich-technischen Unterricht suchen.

Zuerst war es Redtenbacher, geb. 1809 zu Stein in Österreich, welcher in Wien, Zürich und Karlsruhe seine Wirksamkeit entfaltete, zu gleicher Zeit mit dem Technologen Karmarsch, dem Gründer der technischen Hochschule zu Hannover, und dem Hydrauliker Weißbach in Freiberg. Dann folgte das Doppelgestirn Zeuner und Reuleaux, beide zuerst in Zürich. Zeuner ging nach Dresden, Reuleaux nach Berlin, und beide blicken jetzt, nachdem sie vor kurzem in den verdienten Ruhestand getreten, auf eine stattliche Reihe von jüngeren Kräften ersten Ranges, welche ihrem Beispiel folgen und rastlos voranstrebend der Jugend ihre Errungenschaften mitteilen.

Unsere technischen Hoch- und Mittelschulen gelten der ganzen Welt als Muster. Deutschland hat sich auf diese Weise wieder eine achtunggebietende Stelle auch auf dem Gebiete des Maschinenbaues erworben. Die nachstehende leider unvollständige Tabelle

Wert der ausgeführten Maschinen in Millionen Mark.

	1886	1888	1890	1892	1894	1896	1898
Großbritannien	212,7	263,8	344,2	286,8	282,9	340,1	367,4
Deutschland	49,2	57,7	67,5	62,6	88,4	115,4	138,6
Verein. Staaten	30,7	58,8	78,1	81,8	78,8	89,5	121,8
Belgien	33,2	22,7	37,5	31,1	39,6	50,7	53,2
Frankreich	23,7	29,4	39,5	30,1	34,9	29,6	35,2
Schweiz	14,4	15,8	18,3	16,4	20,5	24,3	30,7
Österreich-Ungarn	6,3	8,3	7,9	6,6	8,2	7,9	10,1

drückt dies zahlenmäßig aus, wenn auch den immer noch anhaltenden Fortschritt Nordamerikas. Aber auch dort sind es heute noch deutsche Techniker und deutsche Schulbildung, welche die Fortschritte stützen, wennschon man auch drüben, sowie in Rußland und den meisten anderen Ländern ernsthaft angefangen hat, dem technischen Schulwesen besondere Beachtung zu schenken.

Die in der vorstehenden Darstellung eingeschalteten Abbildungen sollen dem Auge vorführen, auf welchem Wege der Maschinenbau voranschreitet, wenige Beispiele aus einer schier unendlichen Reihe.

Ein gewaltiges Stück, eins der größten seiner Art, gleichzeitig das eigenartigste Glied der den Maschinenbau beherrschenden Dampfmaschine, die Pleuelstange unseres größten Schnelldampfers, beginnt den Reigen als eine hervorragende Leistung der Schmiedekunst, der sich als ein Erzeugnis der modernsten modellosen Formerei eine Seilscheibe (Abb. 243) und ein Riesenstück aus Stahlguß (Abb. 241) anschließen. — Die Abb. 248 und unsere Tafel führen uns in Fabriken der bedeutendsten Art, welche das Handwerkszeug der Maschinenfabriken, die Werkzeugmaschinen liefern, während uns die Abb. 246, 247 und unsere Tafel die Verwendung derselben zeigen, zu denen freilich auch wieder jene Werkzeugmaschinenfabriken zu rechnen sind: die Werkzeugmaschine ist naturgemäß wieder ein Erzeugnis der Maschinenfabrik. Und die Abb. 237 u. 238 endlich zeigen uns die gewaltigsten Leistungen des modernen Maschinenbaues, die in ihrer Kraftentwickelung noch vor zehn Jahren ungeahnten Betriebsmaschinen unserer schwimmenden Kolosse für Frieden und für Krieg.

In dem Wettlauf der Völker wird stets dasjenige die Führung übernehmen, welches am meisten zu leisten imstande ist für den Verkehr und die Wehr. Und hierzu führt nicht zum geringsten der Maschinenbau.

Digitized by Google

Die Stahlwaren- und Kleineisenindustrie.

Dieser Teil des mächtigen Gebietes der Gewinnung und Verarbeitung des Eisens schließt sich mit Bezug auf die Verfeinerung des Rohmaterials an das Eisenhüttenwesen an und liegt mit Bezug auf seine Produkte zwischen dem Maschinenbau, der Grobschmiede und der Feinmechanik, in welche drei Gebiete er unmerkbar übergeht. Die Stahlwaren- und Kleineisenindustrie hat mit der Grobschmiede oder mit der Maschinenschmiederei die primitiven Werkzeuge: Das Schmiedefeuer, Hammer, Zange und Amboß gemeinsam, mit dem Maschinenbau eine große Reihe von Werkzeugen sowie — in immer zunehmendem Maße — von Werkzeugmaschinen, und mit der Feinmechanik die Präzision und die sorgfältige Behandlung der Oberflächen, welche die Stahlwaren und feineren Werkzeuge erfordern.

Wie der rote Faden durch das Gewebe, zieht sich durch die genannte Industrie die Behandlung des Eisens. Wir teilen das vorliegende Gebiet daher in die Besprechung der Verarbeitung des Eisens im allgemeinen und der Gewinnung der hauptsächlichsten Produkte.*)

Allgemeiner Teil.

Die Verarbeitung des Eisens im allgemeinen, schweißen und löten.

Das Eisen als Rohmaterial der Stahlwaren- und Kleineisenindustrie. Der Einfluß des Kohlenstoffgehaltes.

Das Rohmaterial ist Eisen in seinen verschiedenen Modifikationen: Schmiedeeisen, Stahl und Gußeisen. Chemisch reines Eisen ist ein sehr wenig verwendeter, für unsere Zwecke unbrauchbarer Körper, ein graues Pulver. Erst der Kohlenstoff macht es, und zwar bereits in Spuren, verwendbar: wenn auch immer noch sehr schwer schmelzbar, zeichnet sich das wenig gekohlte Eisen durch seine Schmiedbarkeit und leichte Schweißbarkeit aus und führt bis zu einem Gehalt von etwa 0,2 Prozent Kohlenstoff den Namen Schmiedeeisen. Ein größerer Gehalt an Kohlenstoff macht den Bruch körnig (Feinkorneisen). Mit etwa 0,6 Prozent tritt die wertvolle Eigenschaft der Härtbarkeit nach dem Ablöschen ein, und man nennt den Körper, solange er zusammen mit der Schmiedbarkeit diese Eigenschaft besitzt, Stahl. Die Schweißbarkeit tritt mit Zunahme des Kohlenstoffgehaltes zurück; dagegen wird der Körper leichter schmelzbar. Während es erst mit den neuesten Mitteln gelungen ist, Schmiedeeisen zu gießen — Flußeisen, Mitisseisen ꝛc. — konnte man den Stahl längst schmelzen, was in neuerer Zeit zu dem Stahlguß geführt hat. — Diese Eigenschaften, Härtbarkeit, Schmiedbarkeit und Schmelzbarkeit behält das Material bis zu etwa 1,5 bis 2 Prozent Kohlenstoff bei, mit welchem Gehalt die Schmiedbarkeit und die Schweißbarkeit völlig verschwinden. Bei größerem Kohlenstoffgehalt tritt die Schmelzbarkeit in den Vordergrund, und man nennt das Material mit 3,5 bis 5 Prozent Kohlenstoff Gußeisen. Die Härtbarkeit bleibt nur für die äußere Rinde bestehen.

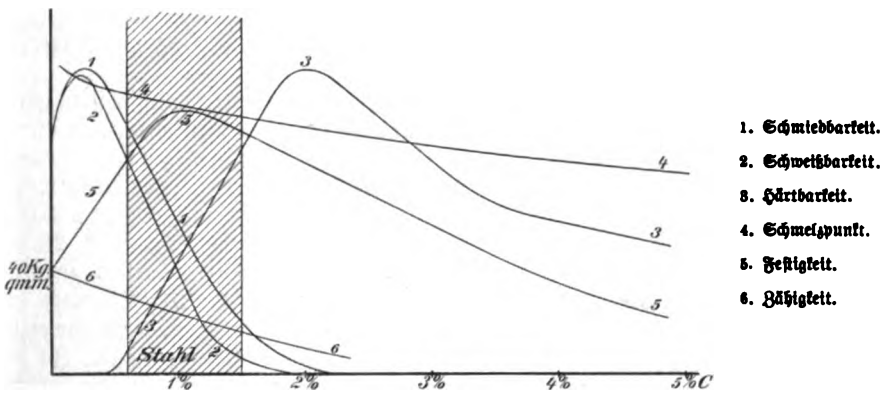
Die genannten Eigenschaften werden durch oft schon sehr geringe Mengen von anderen Körpern verändert. Phosphor macht das Gußeisen flüssiger, mindert aber die Festigkeit. Schmiedeeisen und Stahl werden durch Phosphor kaltbrüchig, d. h. sie brechen leicht in kaltem Zustande, und zeigen dabei einen körnigeren Bruch als unter sonst gleichen Umständen ohne Phosphor. — Schwefel macht das Schmiedeeisen sehnig und gibt dem kalten Material eine gewisse Weichheit, ist also günstig bei kleinen Nieten, Schwarzblech und ähnlichen Verwendungen für die Verarbeitung in kaltem Zustande, erteilt dem Eisen jedoch die üble Eigenschaft des Rotbruches; das letztere wird beim Schmieden leicht unganz und verträgt das warme biegen schlecht. Mangan, welcher Körper vom hüttentechnischen

*) Vergl.: Haedicke, „Über die rhein.-westf. Kleineisen- und Stahlwarenindustrie", „Stahl und Eisen", 1886, Nr. 8.

Digitized by Google

Standpunkte aus nicht gut zu missen ist, wirkt auf größere Härtbarkeit — kann in diesem Sinne den Kohlenstoff ersetzen — mindert aber die Zähigkeit. Auf Härtbarkeit und feines Korn wirken auch Silicium, Arsen, Chrom, Zinn, Titan und namentlich Wolfram, letzteres in hohem Maße, gleichzeitig auch auf leichte Magnetisierbarkeit (Magnetstahl). Eine besondere Rolle spielt in der Neuzeit das Nickel, welcher Körper namentlich dem Panzerplattenmaterial zugesetzt wird und demselben eine große Festigkeit und Dehnbarkeit erteilt.

Das Verhältnis dieser wichtigen Eigenschaften ist in dem Kohlenstoffschaubild (Abb. 259) graphisch dargestellt worden, bei welchem die Bewegung nach rechts hin, der die auf der Horizontalen angegebenen Kohlenstoffzunahme von 0—5% entspricht, während der Abstand von dieser Linie nach oben die Stärke der betreffenden Eigenschaft angibt. So ist die Schmiedbarkeit, Linie 1, bereits bei einem sehr geringen Kohlenstoffgehalt sehr groß und verschwindet mit etwa 2%. Ähnlich verläuft die Schweißbarkeit, Linie 2. Die Härtbarkeit, Linie 3, beginnt etwa erst mit 0,5% und erreicht bei 2% die größte Höhe, während der Schmelzpunkt, Linie 4, zuerst außerordentlich hoch liegt und mit der Zunahme des Kohlenstoffes heruntergeht.



259. Kohlenstoffschaubild.

Die mit etwa 40 kg/qmm beginnende Zugfestigkeit des Schmiedeeisens, Linie 5, steigt bis 1 Prozent Kohlenstoff auf etwa 100 kg und fällt dann schnell ab. Die Zähigkeit (Dehnbarkeit), Linie 6, welche sich durch die Verlängerung bis zum zerreißen zahlenmäßig ausdrücken läßt, beginnt mit 40 Prozent und fällt bei 1,5 Prozent Kohlenstoffgehalt auf 6 Prozent. — Die Herstellung dieser verschiedenen Gattungen des Kohleneisens findet der Leser in dem „Hüttenwesen" eingehend behandelt. Den verschiedenen Erzeugungsarten entsprechen die mannigfachen Namen. Da dieselben im folgenden vielfach verwendet werden müssen, sei zur Vermeidung von Verwechselungen zunächst eine Zusammenstellung derselben unter kurzer Angabe der Herstellungsweise gebracht.

Schmiedeeisen.

Schweißeisen, entweder durch puddeln oder aus Eisenabfällen durch zusammenschweißen hergestellt.

Flußeisen, sauer oder basisch (entphosphort), in der Birne oder im Martinofen erzeugt.

Rohstahl.

a) Hergestellt durch entkohlen des Gußeisens:

Holzkohlen-Rohstahl, auf dem Frischherd erzeugt;

Puddelstahl, aus dem Puddelofen.

Beide führen auch den Namen Schweißstahl.

b) Durch kohlen des schmiedbaren Eisens:

Zementstahl, durch glühen von Schmiedeeisenstangen in Kohlenpulver;

Digitized by Google

Bessemerstahl, nach dem Darbyverfahren, durch zusetzen von Kohlenpulver zum bessemern beim entleeren der Birne (direkte Kohlung).

c) Durch mischen von Schmiedeeisen und Gußeisen:

Bessemer-Mischstahl, durch Zusatz von Spiegeleisen in der Bessemerbirne nach dem völligen entkohlen;

Martinstahl, durch zusammenschmelzen von Schmiedeeisen mit Gußeisen, sauer oder basisch;

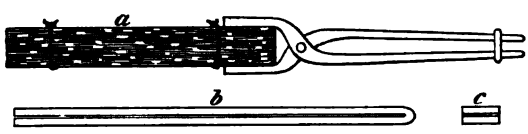
Parrystahl, durch zusammenschmelzen im Kupolofen.

Dem Rohstahl, welcher in der Kleineisenindustrie keine Rolle spielt, tritt gegenüber der raffinierte Stahl.

Der Rohstahl entbehrt der notwendigen Homogenität und des feinen Kornes, welche beiden Eigenschaften er erst durch das raffinieren erhält. Außerdem zeigt jeder Stahl, welcher in flüssigem Zustande entstanden oder dem Schmelzpunkt zu nahe gebracht worden ist, ein grobes Korn und damit eine geringe Festigkeit; erst durch mehrfaches durchschmieden oder verwalzen stellt sich das feine Korn und damit die gewünschte Festigkeit ein. Gleichzeitig ist man durch mischen verschiedener Stahlsorten in der Lage, dem Produkt die erforderlichen Eigenschaften zu geben, dasselbe dem Zwecke anzupassen.

Die verschiedenen Raffiniermethoden sind: zusammenschweißen, zusammengießen und zusammenschmelzen.

Das zusammenschweißen führt zum eigentlichen Raffinierstahl. Rohstahl wird zu Plattenschienen(Rippen) von etwa 8 mm Dicke und 80 mm Breite ausgereckt, zu einem hohen Paket, wie es die dazu verwendete Zange gestattet, „eine Zange voll", zusammengelegt und zunächst mit dem einen Ende verschweißt (Abb. 260a). Gewöhnlich sind es etwa zwanzig Lagen, welche der Schmied noch gut zu fassen im stande ist. Das schweißen geschieht in mehreren Hitzen hintereinander, bis sämtliche Rippen vereinigt sind. In der Regel wird die Stange, welche dabei durch das stattfindende Recken eine beträchtliche Länge erreicht hat, in der Mitte durchgehauen; jedes Stück wird dann einzeln weiter verarbeitet. Dasselbe wird nun zunächst „gebogen" (Abb. 260b) und in diesem Zustande zusammengeschweißt, so daß nunmehr eine Stange entsteht, welche vierzig Lagen enthält. Dies Verfahren wird nun mehrmals wiederholt, die Lagen werden stets gedoppelt, und es entsteht so ein gut durchgeschmiedetes Produkt, welches vermöge der Eigenschaft des Kohlenstoffes, sich im glühenden Material zu verteilen, ziemlich homogen ist. Es ist dies der beliebte, sehr wertvolle und trotz des feinsten Gußstahles immer noch viel begehrte Raffinierstahl. Er ist seiner Entstehung nach sehr gut schweißbar und wird deswegen auch als Schweißstahl verkauft. Trotz seiner Homogenität kann er seine Entstehung nicht verleugnen und zeigt in gebeiztem oder abgenutztem Zustande, wie unsere alten guten Tafelmesser oder die alten Schwerter, ein sehniges, aderiges Gefüge und infolge der Sägenwirkung selbst der feinstgeschliffenen Schneide einen sehr guten Schnitt.



260. Eine Zange.

Der in flüssigem Zustande erzeugte Rohstahl, Flußstahl, wird vielfach dadurch möglichst gleichmäßig gemacht, daß man mehrere Tiegel in einen großen entleert und aus diesem erst in die Formen gießt. Auf diese Weise erreicht man die gewünschte Gleichmäßigkeit in der Verteilung des Kohlenstoffes. — Die Verfeinerung des Kornes geschieht durch wiederholtes walzen. Es führt dies zu dem Gußstahl. Gußstahl ist also in diesem Falle ein raffinierter Flußstahl.

Endlich kann das raffinieren auch durch zusammenschmelzen erfolgen. Rohstahl verschiedener Art wird zu Stangen ausgereckt, gehärtet und zu kurzen Stücken zerschlagen. Diese werden, sorgfältig sortiert, in einem Tiegel oft unter Zusatz verschiedener Körper eingeschmolzen. Darauf erfolgt dann die Verfeinerung des Kornes durch mehrfaches walzen oder durchschmieden. Es führt diese Methode zu der feinsten Gattung Stahl, dem Tiegelgußstahl, welcher durch Huntzmann in England und Krupp in Deutschland zu großer Berühmtheit gebracht worden und heute von verschiedenen Fabriken, wie Bischof in Duisburg, Ber-

Digitized by Google

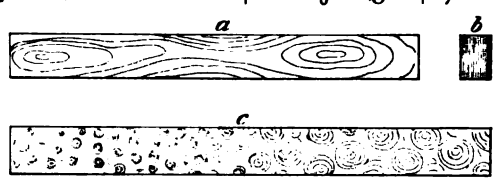
gische Stahlindustrie-Gesellschaft in Remscheid, Böhler in Wien u. a. in großer Vollkommenheit hergestellt wird.

Eine besondere Art Raffinierstahl ist der Damaststahl, welcher in dem Abschnitt „Klingen" des weiteren besprochen ist. Derselbe unterscheidet sich, soweit es den echten europäischen Damast betrifft, von dem eigentlichen Raffinierstahl lediglich dadurch, daß statt einiger Stangen Stahl abwechselnd Eisenrippen eingelegt sind. Auch werden die Stahlgattungen dem Zwecke entsprechend verschiedenartig ausgewählt. Das zusammenschweißen erfolgt genau wie beim Raffinierstahl bis in der Regel zu 320 Lagen, entspricht also dem viermal gebogenen Raffinierstahl. Die Japaner biegen noch viel öfter und erhalten so den überaus geschätzten, feinaderigen Stahl für ihre Klingen.

Wird eine so hergestellte Klinge gebeizt, so treten die Stahllagen durch ausätzen der weicheren Schmiedeeisenteile hervor, und man nimmt das Aderwerk sehr deutlich wahr. Dasselbe entspricht dem Aussehen des längs geschnittenen Holzes (Abb. 261 a u. b). Durch stempeln und nachheriges ausgleichen durch abschleifen oder glattschmieden erhält man mehr oder weniger regelmäßige Figuren (Abb. 261 c), welche dem Namen Rosendamast und ähnlichen anderen entsprechen. Im allgemeinen ist hiernach der rohe echte europäische Damast, a, und der gestempelte echte Damast, c, zu unterscheiden.

Die Damastläufe der Gewehre werden durch aufwinden von Draht auf einen Dorn und nachheriges verschweißen hergestellt. In der Neuzeit verwendet man auch Ringe, welche über einem Dorn zusammengeschweißt werden und etwas bequemer zum Ziel führen.

Wenig mit dem Damast als Material hat das sog. „Damaszieren" zu thun. Man versteht unter Damaszieren einfach das Verzieren blanker Stahlflächen durch einätzen oder gravieren. Dabei handelt es sich stets um gefällige künstlerische Figuren, die mit den Figuren des Damaststahles keine Ähnlichkeit haben, wenn es sich nicht um eine plumpe Fälschung derselben handelt. Solche Damaszierungen findet man an den Klingen oder besseren Schlittschuhen, häufig mit Vergoldung verbunden.



261. Damast.

Eine nachahmende Art des Damaszierens bildet das aufdrucken von Bildern oder Verzierungen und nachheriges Ätzen, welches Verfahren bei minderwertigen Stahlwaren Verwendung findet (siehe: Schutz und Verschönerung der Oberflächen, Seite 160).

Das Gußeisen als solches spielt in der Kleineisenindustrie eine weniger hervorragende Rolle. Es findet Verwendung zu den hier vorkommenden Gestellen. Nur bei geringwertiger Ware ersetzt es das geschmiedete Eisen. Dagegen hat es hier, zu Tempereisen umgewandelt, eine große Bedeutung. Hierzu wird das sogenannte weiße Gußeisen verwendet, eine Modifikation des gewöhnlichen grauen Gußeisens, bei welcher der Kohlenstoff chemisch an das Eisen gebunden ist. Aus solchem Material werden viele Gegenstände, selbst Scheren, Gartenscheren, Zangen u. s. w. gegossen. In diesem Zustande sind sie indessen noch völlig unbrauchbar; sie brechen bei leisem Schlag. Um das Material schmiedbar zu machen, werden die Gußstücke in oxydierenden Stoffen, wie Zinkoxyd, körnigem Roteisenstein, Hammerschlag oder Walzschlacke und ähnlichen Körpern — selbst Sand genügt vermöge der enthaltenen Luft — verpackt und längere Zeit, oft mehrere Tage hindurch, einer dunklen Rotglut ausgesetzt. Der Sauerstoff des Packmaterials wandert in das Gußeisen hinein, nimmt den Kohlenstoff an sich und wandelt es in schmiedbares Eisen um. Die Gegenstände erhalten dadurch die gewünschte Brauchbarkeit. Durch zementieren, glühen in Kohlenpulver oder verkohlten organischen Materialien, kann dann bei Schneidwaren eine Rückkohlung bewirkt werden, eine Umwandlung in Stahl, und damit die für die Schneiden wünschenswerte Härtbarkeit erzeugt werden. — Das Tempern spielt namentlich bei Gegenständen der Massenfabrikation, die auf dem Wege der Handschmiederei oft nur schwer herzustellen sind, eine große Rolle. Das gießen gestattet Formen, welchen oft der geschickteste Schmied nicht gewachsen ist, und gutes Tempereisen erfüllt alle Anforderungen, welche man an geschmiedete Waresstellen kann.

Digitized by Google

Die Behandlung des Eisens und des Stahles im Feuer.

Das Schmiedefeuer der Stahlwaren- und Kleineisenindustrie unterscheidet sich von den unter dem Kapitel „Schmiede" angeführten Feuern durch nichts, als zuweilen durch die dem Arbeitsstück angepaßte, daher manchmal geringe Größe, sowie etwa durch einzelne von dem gewöhnlichen Gebrauch abweichende Eigenheiten. So findet man in den Nagelschmieden zuweilen vier Arbeiter zu den vier Seiten eines freistehenden Schmiedeherdes, von denen jeder einen zum Blasebalg führenden Tritt zur Verfügung hat. Das Feuer hat die Größe eines halben, flach liegenden Mauersteines und arbeitet mit der denkbar sorgfältig geleiteten Bedienung außerordentlich sparsam. — Andere Abweichungen liegen in dem Material. Die Kettenschmiede, viele Solinger und neuerdings auch andere Schmiede arbeiten mit Kleinkoks, anstatt mit Steinkohle. Es ist dies Koks, welcher durch Maschen von 20 mm gefallen und von solchen von 12 mm aufgehalten worden ist. Auch die englischen Werkzeugschmiede bedienen sich solchen Materials. Dasselbe wird häufig in der einen Ecke der Esse hoch angehäuft, so daß gleich hier der Vorrat, anstatt wie gewöhnlich unter der Esse, liegt und das Feuer nahezu mit demselben in Verbindung steht.

Über die neuere Art, das Feuer mit Kohle oder Kleinkoks zu bedienen, welche allerdings namentlich für die Kleinschmiede von Bedeutung ist, ist in dem Kapitel „Schmiede" das Erforderliche mitgeteilt worden.

Die Gefahren, denen das Schmiedestück im Feuer ausgesetzt ist, beruhen zunächst in der Wirkung des Sauerstoffes der Luft. Wir haben es nämlich im Schmiedefeuer mit drei Faktoren zu thun: Temperatur, glühender Kohlenstoff und Sauerstoff. Wird Eisen bei hoher Temperatur mit Sauerstoff zusammengebracht, so verzundert es. Bringt man es aber unter möglichster Abhaltung des Sauerstoffes mit dem glühenden Kohlenstoff zusammen, so wird die Oberfläche sogar reduziert, d. h. etwa gebildetes Oxyd (Hammerschlag) wird durch entfernen des Sauerstoffes in reines Eisen zurückgewandelt. Es ist nun klar, daß die Gefahr, das glühende Eisen mit Sauerstoff zusammenzubringen, um so größer wird, je näher man mit demselben an die Düse geht. Man muß daher im Gegenteil diejenige Stelle aufsuchen, welche die meiste Garantie für Abwesenheit des Sauerstoffes bietet, die Stelle der höchsten Weißglut, wo sicher aller Sauerstoff möglichst verzehrt ist und auch sonst alle Bedingungen erfüllt sind, daß etwa bereits verzundertes Eisen reduziert werde. Dies spielt, wie wir bei Betrachtung des schweißens sehen werden, eine große Rolle.

Eine andere Gefahr liegt in der zu langen Einwirkung der hohen Temperatur. Das Eisen erhält dann eine körnige Struktur und bricht leicht, wenn es nicht gut durchgeschmiedet wird. Man gibt also die hohe Temperatur nur dann, wenn man schweißen will oder die Absicht des guten verschmiedens hat. Ist nur eine geringe Formveränderung beabsichtigt, so begnügt man sich mit der Rotglut.

Dasselbe, was hier für Schmiedeeisen gesagt ist, gilt für Stahl in noch höherem Maße. Denn hier liegt nicht nur die Verzunderung als Gefahr vor, sondern auch der Verlust an Kohlenstoff, der gleichbedeutend ist mit der Verminderung der Güte des Stahles. Man muß also beim Stahl ganz besonders die Weißglut aufsuchen, und zwar eher die Seite hinter der Düse — beim Unterwind nach oben — als die entgegengesetzte, nach der Düse zu.

In der Praxis bezeichnet man beides, das Verderben des Stahles durch den Wind — entkohlen — wie die zu starke Erhitzung, mit dem unklaren Ausdruck „verbrennen" und gibt die einander widersprechendsten Mittel zur Wiederherstellung so verdorbenen Stahles an, die dann natürlich selten zum Ziel führen. Man muß daher sorgfältig unterscheiden zwischen überhitztem und verzundertem Stahl. Überhitzter Stahl bricht leicht aus und zeigt auf dem Bruche ein grobes glänzendes Korn. Hier hilft ein nochmaliges überschmieden der Spitze, wie es bei Besprechung des Raffinierens erläutert worden. Ist dagegen der Stahl im Luftstrom gewesen, also verzundert, so zeigt er dies dadurch, daß die Schneide, die Spitze, nicht steht; der Stahl packt nicht oder wird mindestens leicht stumpf. Es muß also wieder Kohlenstoff hinzugefügt werden, was durch

Digitized by Google

ablöschen des Stahles in Thran oder durch ein sonstiges Zementierverfahren geschehen kann. Dagegen wird man sich vergeblich bemühen, überhitzten Stahl durch ablöschen in Thran oder verzunderten Stahl durch überschmieden wieder brauchbar zu machen.

Weitere Vorsichtsmaßregeln beziehen sich auf die mechanische Behandlung des Stahles. Zunächst muß die Zahl der Erwärmungen so gering wie möglich sein, da schon bei der Bewegung des glühenden Stahles durch die Luft — vom Feuer zum Amboß — eine Entkohlung der Oberfläche stattfindet. Man nimmt deswegen passend vorgewalzten Stahl, um die Schmiedearbeit möglichst zu vereinfachen. Ferner soll man den Stahl nicht stauchen. Man kann den gewalzten Stahl, obwohl er körnig erscheint, mit einem Drahtbündel vergleichen, welches, wenn in der Richtung seiner Fasern gedrückt, die Neigung zeigt, zu spalten. Und endlich soll man die allerletzte Schärfung stets durch schleifen herstellen, wieder um der Verringerung des Kohlenstoffgehaltes Rechnung zu tragen, die beim letzten glühen oder beim anlassen nicht ganz zu vermeiden ist.

Die Wahl des Stahles.

Die Wahl des Stahles hängt naturgemäß von der beabsichtigten Verwendung und dem Kohlenstoffgehalt ab. Zunächst sollte man womöglich reinen Kohlenstahl verwenden, falls nicht aus besonderen Gründen andere zusätzliche Körper erwünscht erscheinen, wie Wolfram, Chrom oder Titan für besondere Härte (Spezialstahl). — Mangan ist vom hüttenmännischen Standpunkt aus oft erwünscht. Es kann den Kohlenstoff in Bezug auf die Härtung unterstützen oder etwa im Verhältnis von 1 : 5 ersetzen und gestattet ferner eine leichtere Behandlung im Feuer. Er mindert aber die Zähigkeit des Stahles.

Die älteren Fabriken führen die Bezeichnungen 1—7 für die verschiedenen Härtegrade, die durch den Gehalt an Kohlenstoff, Mangan u. s. w. erhalten worden, wobei 1 die größte und 7 die mildeste Härte bezeichnet. Neuerdings, wo der reine Kohlenstahl mehr und mehr beliebt wird, gestaltet man, nach dem Vorgange der Bergischen Stahlindustrie-Gesellschaft zu Remscheid, die Nummern so, daß man direkt den Kohlenstoffgehalt erkennen kann: Stahl Nr. 8 z. B. enthält 0,8, Stahl Nr. 13 1,3 % Kohlenstoff. Hierdurch wird die Auswahl wesentlich erleichtert. Die letztere hat auch die Form der anzuwendenden Schneide und den Umstand in Rücksicht zu ziehen, ob die Schneide Stößen ausgesetzt ist oder ruhig zu arbeiten hat.

Besonders maßgebend ist naturgemäß der zu bearbeitende Stoff. Für Holzbearbeitung genügen die Nummern 6—8, für Stahlbearbeitung müssen 10 bis 15 genommen werden. Hartgußwalzen dreht man mit Spezialstahl. Letzterer ist oft naturhart, d. h. er gestattet bereits ungehärtet die Verwendung zum drehen von Schmiedeeisen, ist aber außerordentlich schwer zu schmieden. — Feine, schlanke Schneiden erfordern eine höhere Nummer, als stumpfwinkelige; ganz schlanke Schneiden, wie die der Rasiermesser trotz des weichen zu behandelnden Materials, einen hohen Kohlenstoffgehalt. Ebenso macht man Feilenhauermeißel aus sehr hartem Stahl, Nr. 13 und 15, weil hier zwar nur ungehärteter Stahl zur Bearbeitung vorliegt, aber große Stöße in Rücksicht zu ziehen sind.

Das Härten des Stahles.

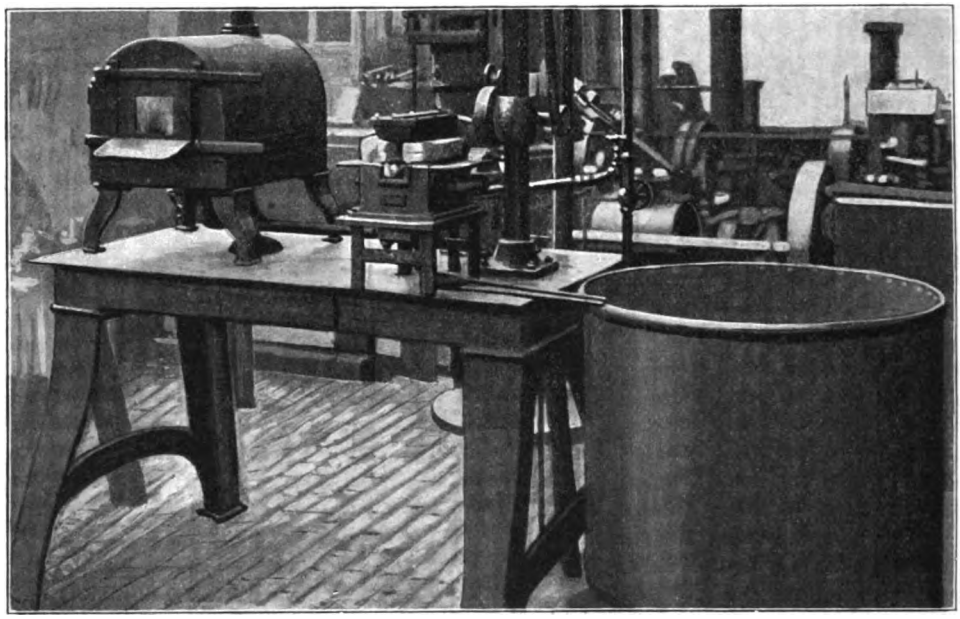
Das Härten des Stahles hängt mit dem Zustand zusammen, in welchem sich der Kohlenstoff desselben befindet. Im allgemeinen besitzt das warme Eisen, ganz besonders das flüssige, eine außerordentliche Auflösungskraft für den Kohlenstoff. Wie wir aus der Herstellung des Darbystahles wissen, genügt das einstreuen von Kohlenpulver in die aus der Birne fließende Masse, um ihn sofort zu lösen und zu verteilen. Läßt man aber Kohleneisen, namentlich wenn noch Silicium anwesend ist, langsam erkalten, so scheidet sich ein Teil des Kohlenstoffes aus und erteilt dem Bruch ein graues Ansehen. Das Material bleibt weich, Stahl wie Gußeisen. Löscht man dagegen ab, so wird die Ausscheidung je nach der Schnelligkeit des ablöschens mehr oder weniger gehindert, und das Material wird hart, Gußeisen nur in der Rinde, Stahl weit tiefer, event. durch und durch. Wärmt man gehärteten Stahl nach, so scheidet sich je nach dem Grade des nachwärmens mehr oder weniger Kohlenstoff aus, und der Stahl wird weicher.

Digitized by Google

Hierauf beruhen die Manipulationen beim härten des Stahles: Glühen, Ablöschen, Nachlassen.

Das Glühen. Da der Stahl in den allermeisten Fällen erst gehärtet wird, wenn er seine vollendete Form erhalten hat, so handelt es sich hier meist um ein verhältnismäßig kostspieliges Stück, welches mit besonderer Vorsicht behandelt werden muß. Alle die genannten Vorsichtsmaßregeln sind ängstlich zu beachten: die Luft nach Möglichkeit abzuhalten und gleichmäßig, langsam und nicht zu stark zu erwärmen. Man findet daher eine Reihe von Verfahren zum glühen im Gebrauch, welche mehr oder weniger den genannten Gefahren begegnen sollen.

Am einfachsten ist die Verwendung des Schmiedefeuers, was allerdings eine gute Sachkenntnis erfordert. Namentlich darf der Wind nicht mehr angestellt sein, als eben zur Erzeugung einer genügenden Glut erforderlich ist; dann ist Sorge zu tragen, daß



262. Muffelofen und offenes Gashärtefeuer.

sich zwischen der Düse und dem Arbeitsstück kein hohler Raum befindet, und das Feuer muß gut dicht sein. Da ferner die Steinkohle häufig Schwefel enthält — er zeigt sich in Form kleiner messinggelber Plättchen oder in Krystallen als Schwefelkies — so lasse man das Feuer erst gut durchbrennen oder nehme Koks statt Kohlen oder noch besser Holzkohlen. Wenn es die Größe des Arbeitsstückes erlaubt, mache man erst den gesamten Haufen gut glühend, stelle den Wind so weit wie thunlich, womöglich ganz ab und lege dann erst das Stück in die Glut.

Für ganz kleine Gegenstände genügt oft eine gute Gasflamme, die man aber leuchtend, sogar etwas rußend halten muß, wieder mit Rücksicht auf den schädlichen Sauerstoff.

Die neuen amerikanischen Härteöfen (Abb. 262, in der Mitte) besitzen eine größere Anzahl von Flammen dieser Art, welche in den durch Steine gebildeten Raum hineinspielen. Die Steine werden sehr bald glühend und unterstützen dadurch die Wirkung der Flammen.

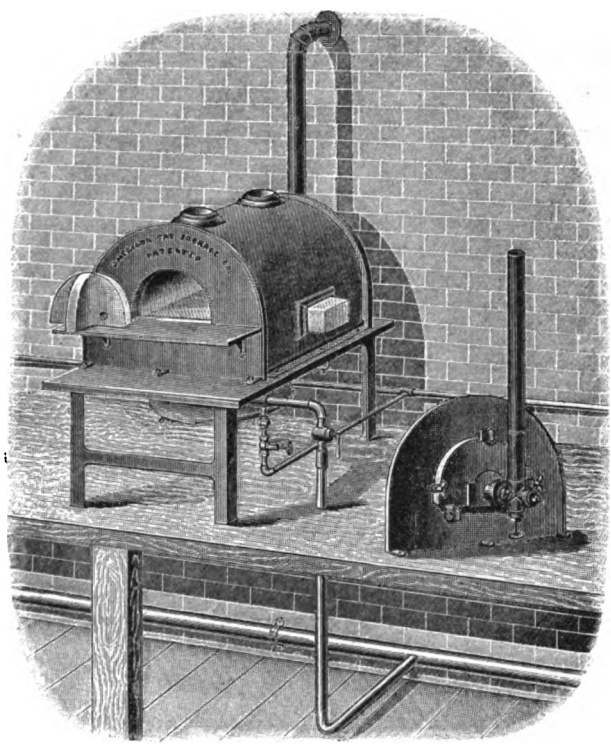
Will man besondere Vorsicht anwenden, so verwendet man die Muffel. Dieselbe, ein vorn offenes, durch einen Schieber abschließbares thönernes Rohr (Abb. 262, links, und Abb. 263) ist in der Regel in einen Ofen eingebaut und wird sowohl durch eine

Digitized by Google

gewöhnliche Kohlenfeuerung erwärmt, deren Flamme die Muffel umspült, als auch wohl durch eine breite Gasflamme, bei welcher, nach dem Prinzip des Bunsenbrenners, die Luft mit dem Gas kurz vor der Flammenbildung gemischt wird. Ein Zentrifugalgebläse befördert den Gasstrom, der die notwendige Luft wie bei dem Exhaustor mit sich reißt.

Dem Härteofen — Glühmuffel — entspricht für kontinuierliche Härtung bandartiger Körper das Glührohr. Ein solches (Abb. 264), aus Chamotte gefertigt, liegt in einem Ofen und wird von der Flamme durchspült. Das Stahlband wird, von einer Haspel kommend, durchgezogen, geht sofort durch die Härteflüssigkeit und wird dann wieder aufgehaspelt, nachdem es event. noch dem später zu besprechenden nachlassen unterworfen worden.

Statt des Glührohres wendet man für gewisse Zwecke wohl auch zwei im Feuer liegende glühende Metallplatten an, zwischen denen der zu härtende Körper erwärmt wird. Die Platten haben, wie die Muffel, neben der Erwärmung den Zweck, den Einfluß des Sauerstoffes möglichst abzumindern.



263. Gasmuffelofen.

Ein den Sauerstoff in bester Weise abhaltendes Mittel ist das Metallbad. Dasselbe ist ein mit geschmolzenem Blei oder einem anderen, nicht zu schwer schmelzbaren Metall oder einer Metalllegierung gefüllter Tiegel, in welchen der zu härtende Körper hineingetaucht wird. Diese Methode hat noch den großen Vorteil, der Erwärmung eine strenge Grenze zu setzen und so jedes überhitzen zu vermeiden. Außerdem gestattet sie (Abb. 265), eine größere Zahl Härteobjekte, wie Feilen, gleichzeitig zu glühen und zu härten, wozu dann eine besondere Zange mit stark verbreitertem Maule (Abb. 265a u. 266) verwendet wird.

Auch den elektrischen Strom hat man zum glühen herangezogen und zwar auf zweierlei Weise. Entweder läßt man das Band seiner Länge nach direkt vom Strom durchlaufen, oder man gestaltet es kontinuierlich nach dem Verfahren von Lagrange & Hoho zum negativen Pol eines Stromes, dessen positiver Pol durch eine leitende Flüssigkeit — Auflösung von Pottasche oder Soda — in welcher sich das Band befindet, dargestellt wird. — Das Nähere über dies Verfahren und andere elektrische Glühmethoden findet der Leser in dem Werke „Elektrizität", von Arthur Wilke.

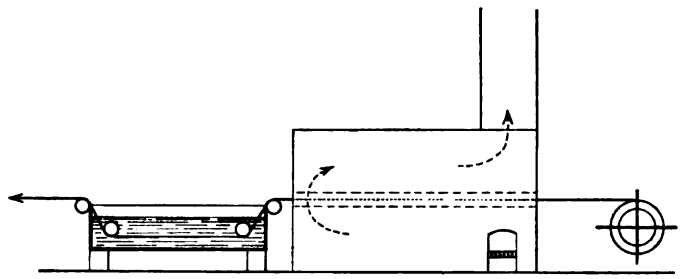
Das Ablöschen. Die Wärme, welche dem Stahl vor dem ablöschen gegeben werden muß, hängt mit der Natur des Stahles im Verhältnis zu der beabsichtigten Verwendung zusammen. Kohlenstoffarmer Stahl verträgt eine größere Wärme, als ein solcher mit hohem Kohlenstoffgehalt, der schon seiner größeren Schmelzbarkeit wegen vorsichtiger behandelt werden muß.

Je schneller nun unter sonst gleichen Umständen die Wärmeentziehung erfolgt, desto härter wird der Stahl. Kaltes Wasser härtet daher mehr als warmes, namentlich wenn ersterem durch Zusatz von Kochsalz oder auf eine andere Weise eine größere Wärme-

Digitized by Google

leitungsfähigkeit erteilt worden ist. — Stellt man sich die verschiedenen Härtemittel in der Weise zusammen, daß das folgende schärfer härtet als das vorhergehende, so erhält man etwa folgende Reihe:

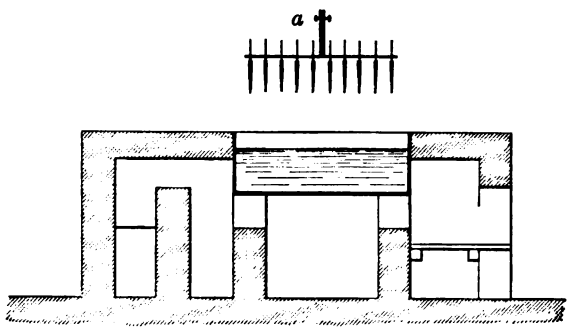
Ruhende Luft	Rüböl
Der Luftstrom	Thran
Warmes Wasser	Kaltes Wasser
Flüssiger Talg	Salzwasser
Fester Talg	Quecksilber
Petroleum	Gekühlte Metallplatten.



264. Ofen mit Glührohr.

Daß selbst ruhende Luft härtet, weiß der Schmied sehr wohl. Will er ein Stück harten Stahles, welches sich nicht feilen läßt, weich machen, so glüht er dasselbe vorsichtig im Feuer und läßt es mit demselben — etwa die Nacht über — erkalten. Würde er das Stück aus dem Feuer nehmen und in der freien Luft erkalten lassen, so würde er kein so gutes Resultat erhalten. — Dünne Stahlblätter werden schon gehärtet, wenn man sie schnell durch die Luft führt oder in den Luftstrom hält. Sehr gut härtet Quecksilber, welches aus diesem Grunde vom Mechaniker für kleine Werkzeuge verwendet wird. Die Giftigkeit indessen der Dämpfe einerseits sowie der hohe Preis anderseits verbieten die Verwendung für auch nur annähernd große Stücke.

Häufig wendet man auch kombinierte Härteflüssigkeiten an, z. B. Öl auf Wasser. Das Öl ist dann maßgebend für die Härte, während das Wasser, in welches das Härtestück nach dem ablöschen in Öl gelangt, das nachwärmen verhindert, was bei der geringen Wärmeleitungsfähigkeit des Öles besonders bei großen Objekten leicht stattfinden kann.



265. Metallbad.

Härterisse. Führt man eine zu härtende Stahlplatte flach gegen die Flüssigkeit, so erhält die Mitte allein einen scharfen, kalten Strom, während die anderen Teile nur von der bereits vorgewärmten Flüssigkeit bestrichen, also weniger scharf gekühlt werden.

Nun hat der meiste Stahl die Eigenschaft, sich beim härten zusammenzuziehen. Die mittleren Partien ziehen sich also eher zusammen, als die äußeren, und es entstehen, wenn der Stahl nicht schön zähe ist, ringförmige Risse (Abb. 267), weil die äußeren Teile der Platte den sich zusammenziehenden inneren nicht folgen können. Stahl dagegen, welcher sich beim härten ausdehnt, wird radiale Risse zeigen (Abb. 268), weil die Randteile sich nicht so schnell zusammenziehen, wie die stärker gekühlten mittleren Partien. Aus diesem Grunde führt man stets die Platte hochkantig durch die Härteflüssigkeit, und zwar schnell wechselnd hin und her, damit alle Teile möglichst gleichmäßig gekühlt werden.

266. Feilenhärtezange.

Besondere Schwierigkeit macht das härten der starken Bolzen, welche sehr gern Risse bekommen (Abb. 269). Hier hilft man sich, wo es angeht, durch anbringen einer

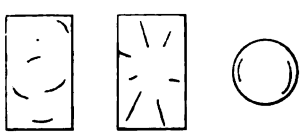
Digitized by Google

Bohrung (Abb. 270) oder, wie bei starken Gewindebohrern, durch einsetzen eines gesonderten Kernes. Der hohle Stahlmantel, das eigentliche Werkzeug (Abb. 271), ist dann leicht zu härten, und der innere Körper bewahrt die gewünschte Zähigkeit; er kann zudem, unbeschadet seiner Brauchbarkeit, aus minderwertigem Material hergestellt werden.

Viel Schwierigkeiten machen komplizierte Formen, wie Façonfräser und ähnliche Körper. Neben der Wahl eines möglichst zähen Stahles, als welcher der reine Kohlenstahl gilt, sucht man hier durch recht schnelles, allseitiges kühlen zum Ziel zu gelangen. Auch ist ein recht langsames, gleichmäßiges erwärmen, namentlich bei schwereren Stücken, dringend anzuraten.

Das Nachlassen. In den wenigsten Fällen hat das Werkzeug nach dem ersten ablöschen gleich die richtige Härte. Es ist meist zu hart und muß „*nachgelassen*" werden. Dies geschieht durch wiederholtes nochmaliges, aber gelindes erwärmen und eventuelles zweites ablöschen, dann meist in Wasser.

Das nachlassen kann auf sehr verschiedene Weise erfolgen. Körper mit ausgedehnten Flächen, wie größere Sägen, oder solche von unregelmäßigen Formen werden oft *abgeflammt*. Man bestreicht sie mit Fett und hält sie über das Feuer, so daß das bald brennende Fett eben am brennen erhalten wird. Ist dasselbe allseitig im guten flammen begriffen, wobei man sich vor dem trockenwerden hüten muß, so löscht man es ab. Solange das Fett flammt, ist man sicher, daß das Stück nicht zu warm wird, ähnlich wie das Schmelzwasser sich trotz Zuführung von Wärme nicht erwärmt, solange sich noch Eis darin befindet, falls die Wärmezufuhr nicht zu energisch oder einseitig vor sich geht.



267 268 269

267 bis 269. Härterisse.

270. Gehöhlter Bolzen.

271. Stahlmantel.

Für spitze Werkzeuge, wie Bohrer, Meißel u. s. w., verwendet man meistens das *anlassen*. Das Werkzeug wird länger warm gemacht und nur so weit in reinem Wasser gekühlt, als gehärtet werden soll. Dann scheuert oder putzt man schnell die Spitze blank und wartet die Anlauffarben ab. Dieselben erscheinen in der Reihenfolge: Gelb, Rot, Blau, Grau, mit den verschiedenen Zwischenstufen. Je nach der Natur des Stahles und der beabsichtigten Härte löscht man etwa bei Orange oder Blau ab. — Das erscheinen der Farben hängt bekanntlich mit der Bildung einer zuerst außerordentlich feinen Oxydschicht zusammen, welche, wie alle dünnen Blättchen oder Häutchen (z. B. Seifenblasen), bunte Farben zeigen.

Ist der Gegenstand so schlank, daß er in dem nicht abgelöschten Teil nicht genug Wärme besitzt, um genügend anzulaufen, wie etwa ein dünner Bohrer, so legt man ihn nach dem ersten härten mit der Stelle dicht hinter der Schneide auf ein warmes Stück Eisen und wartet wie vorhin die gewünschte Farbe ab. Größere, flache Gegenstände, wie Stechbeitel und Hobeleisen, legt man häufig zu mehreren gleichzeitig über das freie Feuer und beobachtet scharf, oft unter geeigneter Verlegung, je nach der Flammenwirkung, bis die gewünschte Anlauffarbe erschienen ist. Blanke Körper, wie kleinere Sägen, Gewindebohrer u. s. w., läßt man in vorher gut geglühtem Sand an, wobei man durch bestreuen und wenden die größte Gleichmäßigkeit der Farbe zu erreichen sucht. Eine gewisse Art von Spannsägen wird mit den Zähnen durch den heißen Sand gezogen und bis zum Blau gebracht. Da dahinter Violett, Rot, Orange und Gelb folgen, so gibt das gleichzeitig eine gefällige Verzierung.

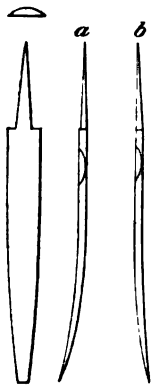
Handelt es sich um Massenhärtung, so wendet man die Trommel an, welche gut zur Hälfte mit Sand und den anzulassenden Objekten gefüllt über Feuer gedreht wird, so daß sich die Wärme gleichmäßig auf den Inhalt verteilt. Vielfach wird dies auch nur des schönen Aussehens wegen durchgeführt, ohne daß eine Vorhärtung vorhergegangen ist.

Digitized by Google

Sind die Körper klein und so geformt, daß sie sich vielfach berühren, so läßt man auch wohl den Sand fort, wie bei Stahlfedern, Nadeln, Nägeln, Zierscheibchen u. s. w.

Das Richten. Vielfach findet beim härten ein verziehen statt: stabförmige Körper werden krumm, flache windschief. Dieser Fehler ist kaum zu vermeiden, kann aber beseitigt werden, und zwar durch vorbiegen oder nachrichten. Ersteres geschieht vor dem härten, letzteres nach dem nachlassen. Wirklich harte Körper kann man nicht richten.

Das vorbiegen oder krummsetzen findet namentlich bei den halbrunden Feilen statt. Da bei diesen die runde Seite der Abkühlung mehr Oberfläche bietet, so wird sie auch schneller abgekühlt, als die flache Seite. Die Feile erhält daher vor dem ablöschen die in der Abb. 272a dargestellte Form, wenn der Stahl sich beim härten zusammenzieht. Der Härter setzt sie aus diesem Grunde vor dem härten krumm, d. h. er gibt derselben die in der Abb. 272b dargestellte Form, so daß sie, wenn diese Krümmung richtig bemessen wird, nach dem härten gerade steht.



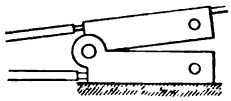
272. Krummsetzen der Feile.

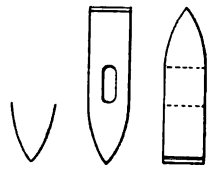
Eine andere Art des richtens besteht in dem härten zwischen gekühlten Platten. Die amerikanischen Hobeleisen z. B., welche ganz aus Stahl gefertigt werden, gelangen aus dem Feuer (Abb. 273) zwischen zwei gekühlte scharnierartig miteinander verbundene Kasten und erkalten unter Druck. In gleicher Weise werden sie unter Druck nachgelassen, nur werden die Kasten mittelst einer durchschlagenden Flamme eingeheizt.

Das richten windschiefer oder krummer flacher Körper geschieht durch den Richthammer (Abb. 274) und erfordert eine besondere Übung. Das Prinzip ist hier das strecken durch eintreiben einer kerbförmigen Vertiefung mit Hilfe der Schärfe des Hammers. Der Arbeiter pickt dahin, wo gestreckt werden muß. Die Spuren dieser Arbeit bleiben und sind auf allen Hobelmessern und Kreissägen, welche auf diese Art gerichtet worden sind, zu sehen.

Vielfach wird auch durch pressen gerichtet. Flache kleinere Objekte, wie Scheibenmesser für die Papierfabrikation, Kreissägen u. s. w. werden unmittelbar nach dem nachlassen, also noch warm, zwischen Preßplatten (Hirnholz) gebracht und haben unter starkem Druck zu erkalten.

Auch größere Sägen werden während des nachlassens gepreßt. Hierzu dienen (Abb. 275) große und runde Körper von Gußeisen, welche entweder in einem Ofen sich befinden und von außen erhitzt werden, oder von innen durch eine Flamme geheizt werden. Zwischen diese werden die gehärteten Stahlplatten gelegt und einem großen Druck ausgesetzt, der entweder durch Schrauben oder auf hydraulischem Wege ausgeübt wird. — In Deutschland wird das erwärmen meist dadurch bewirkt, daß man die Säge zwischen zwei glühende Blechplatten legt und dies zusammen der Pressung aussetzt.

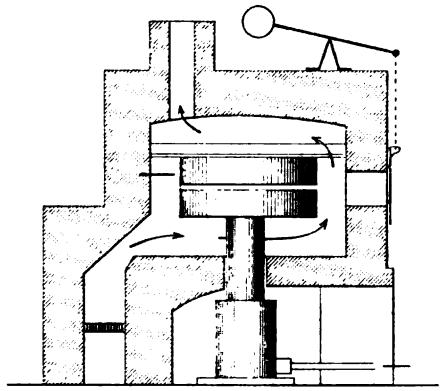

273. Amerikanischer Preßhärtekasten.


274. Richthammer.

Die direkte Härtung. — Im allgemeinen herrscht die Ansicht, daß die sogenannte milde Härte immer erst durch nachlassen erreicht werden kann, so daß man zuerst die schroffe Härtung durchzuführen hat und dann durch nachlassen mildern muß. Dies ist nicht richtig. Man erreicht in vielen Fällen durch ablöschen in Öl, Petroleum oder richtig temperiertem Wasser mit großer Sicherheit die richtige Federhärte, wovon ja auch oft genug Gebrauch gemacht wird. Auch die Pressung läßt sich damit verbinden. Nach einem Verfahren des Referenten gelangen die Härteobjekte zwischen zwei hohle Preßplatten, welche durch eine zirkulierende Flüssigkeit oder Dampf auf diejenige Temperatur gebracht und auf ihr erhalten werden, welche sich für den Zweck als geeignet erwiesen hat. Die Sägen u. s. w. werden also direkt aus dem Ofen in die Presse gebracht und verlassen dieselbe fertig gehärtet und gerichtet. Nur bei sehr hoher Nachlaßtemperatur, wie sie für sehr harten Stahl und Federhärte erforderlich ist, ist eine Nachkühlung durch einlegen in Öl oder Wasser erforderlich.

Digitized by Google

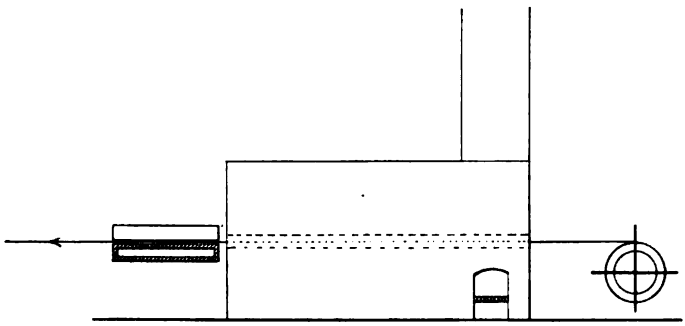
Die direkte Preßhärtung kann auch kontinuierlich angewendet werden, und zwar nach demselben Verfahren, wie oben erwähnt. Abb. 276 stellt einen Ofen dar, wie ihn die kontinuierliche Härtung erfordert. Anstatt nun das glühende Stahlband in das Bad, wie in Abb. 264, zu leiten, wird es zwischen zwei Platten durchgeführt, welche der Natur des Stahles entsprechend erwärmt sind. Verwendung findet diese Methode für Bandstahl, Stahldraht, Paragonband (U förmig gewalzt, für Regenschirmgestelle) u. s. w. Bei façoniertem Band müssen natürlich die Kühlkörper entsprechend geformt sein.



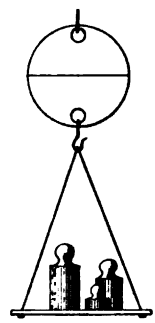
275. Amerikanischer Nachlaßofen.

Das Schweißen.

Unter schweißen versteht man die Vereinigung zweier Metallstücke auf warmem Wege unter Anwendung von Druck. Es gelingt dies freilich zuweilen auch in kaltem Zustande. Weiche Materialien, wie Blei, Zinn, Gold, Silber, haften bereits sehr fest aneinander, wenn sie mit reinster Oberfläche unter großem Druck aufeinander gepreßt werden. Schabt man die geraden Kanten zweier halbkreisförmigen Bleiplatten (Abb. 277) sorgfältig rein und preßt sie kräftig unter geringer seitlicher Verschiebung aneinander, so kann man mehrere Kilogramm anhängen, obwohl die Berührung oft nur in wenigen Quadratmillimetern stattfindet. Turbinenzapfen, welche sich gut eingelaufen haben, aber in der Schmierung vernachlässigt wurden, werden zuweilen plötzlich unzertrennbar von der Pfanne und brechen in vollem Material ab. In der Regel aber verbindet man mit der Bezeichnung „schweißen" das vorherige erweichen der Oberflächen durch glühen. Naturgemäß lassen sich hiernach nur solche Körper schweißen, bei denen vor dem fließen ein breitiger Zustand eintritt, so daß das Innere noch einige Festigkeit besitzt, während die Oberfläche weich erscheint. Zwar gelingt die Vereinigung auf warmem Wege auch bei Metallen, welche nicht



276. Ofen zum härten.



277. Adhäsionsplatte.

diese Eigenschaft besitzen, wie z. B. beim Gußeisen. Aber dies ist mehr als ein anschmelzen zu betrachten. Zum schweißen ist daher eine absolut metallisch reine und erweichte Oberfläche der zu vereinigenden Stücke erforderlich. Bei gutem Schweißeisen gelingt die Schweißung leicht ohne besondere Mittel. Der Schmied hat nur die Regeln für die Behandlung des Feuers zu beachten, also das Schmiedestück ängstlich vor dem Winde zu wahren. Begünstigt wird hier die Arbeit durch den Gehalt an Schlacke, die dem Schweißeisen seiner Herstellung gemäß eigen ist. Dieselbe besitzt eine große Auflösungskraft für Metalloxyde und entfernt so die naturgemäß auf der Oberfläche des Eisens befindliche Oxydschicht. Ferner hat die Schlacke die wertvolle Eigenschaft, das glühende Eisen schnell zu überziehen und so eine schützende Schicht zu bilden, welche die weitere Oxydation

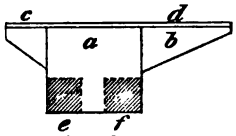
Digitized by Google

verhindert. Durch die Gewalt des Schlages wird ſie herausgequetſcht, ſo daß das Eiſen in metalliſcher Reinheit aufeinandergepreßt wird und in innigſte Berührung gelangt.

Kann man ſich, wie beim Flußeiſen, auf den natürlichen Gehalt des Eiſens an Schlacke nicht verlaſſen, ſo führt man künſtlich Schlacke (Schweißmittel) hinzu. — Schlacke beſteht aus Kieſelſäure und verſchiedenen Oxyden. Wenn letztere bereits in Form von Eiſenoxyd, Eiſenoxydul, Thonerde, Kalk — aus den Verunreinigungen der Kohlen und von früheren Arbeiten — und Alkalien vorhanden ſind, ſo genügt zuweilen das Einwerfen von Sand. Iſt dieſer ſehr rein, ſo liefert er nur die zur Schlackenbildung erforderliche Kieſelſäure. Man nimmt daher farbigen Sand, der bereits Thonerde, Alkalien und verſchiedene Metalloxyde enthält, auch Lehm, Formſand, und führt den Schweißſtücken auf dieſe Weiſe die erforderliche Schlacke zu.

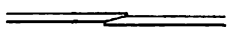
Da durch die zum guten vereinigen der Schweißſtücke erforderlichen Hammerſchläge das Material weggedrängt wird, ſo iſt es notwendig, für reichliche Verſtärkung der Schweißenden zu ſorgen. Will man daher zwei Stangenenden aneinanderſchweißen, ſo ſtaucht man dieſelben (Abb. 279) erſt an, der ſtumpfe Stoß, oder legt ſie (Abb. 280) weiter übereinander an, die ſchräge Überblattung.

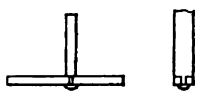
Bei dicken Stücken iſt dies nicht erforderlich. Hier quetſcht ſich beim auftreiben ſo viel Material heraus, wie zum ausgleichen erforderlich iſt.

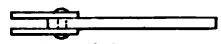


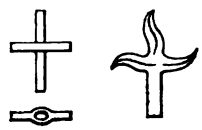
278. Stumpfe Schweißung.

279. Stumpfer Stoß.


280. Aufblatten.


281. Einnieten.


282. Vorarbeit z. Schweißen der Bohrknarre.


283 und 284. Vernieten.

Ein ſchönes Beiſpiel der ſtumpfen Schweißung bietet die Fabrikation des Amboßes. Demſelben wird (Abb. 278) ein vierkantiger Block a, eine Schweißluppe, zu Grunde gelegt, welcher für ſich an der betreffenden Stelle in einem beſonderen Feuer ſchweißwarm gemacht wird. In einem anderen Feuer wird gleichzeitig das vorbereitete Horn b hitz gemacht. Dann wird b auf a ſtumpf aufgeſetzt und durch kräftige Hammerſchläge befeſtigt, wonach die Naht verhämmert wird. Ebenſo werden das andere Horn c und an die Flächen e und f die die Stabilität des Amboſſes ſichernden Seitenfüße angebracht. Dann wird die Bahnfläche des Amboßkörpers hitz gemacht und gleichzeitig, wieder in einem Feuer für ſich, die Stahlplatte, welche über alle drei Teile a, b und c gelegt wird und neben der Härtung der Bahn gleichzeitig die Verbindung dieſer drei Teile ſichert.

Oft iſt es ſchwer, bei der erforderlichen Eile für die richtige Lage der beiden Schweißſtücke zu ſorgen. Man nietet dann wohl das eine Stück (Abb. 281) proviſoriſch ein, oder man nietet, wenn es mehrere Stücke ſind (Abb. 282, eine angehende Bohrknarre), dieſelben zuſammen. Auch beim ſchlagen im Fallwerk heftet man (Abb. 283 und 284, eine Gitterſpitze) die Stücke vor.

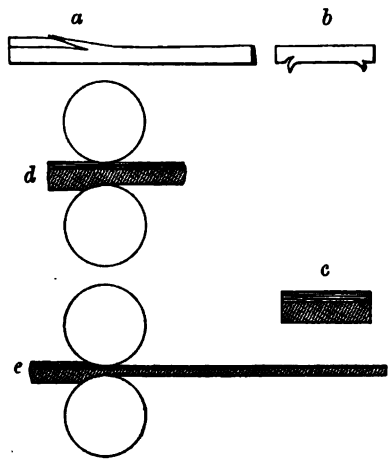
Beim ſchweißen von Stahl auf Eiſen hat man den Umſtand in Rechnung zu ziehen, daß Stahl früher ſchmilzt, als Eiſen, alſo nicht auf die hohe Temperatur gebracht werden darf, welche das Eiſen verträgt und verlangt. Bei kohlenſtoffreichem Stahl ſogar darf man nicht einmal die zur Schlackenbildung erforderliche Temperatur verwenden. Da hilft man ſich auf zweierlei Weiſe. Erſtens ſorgt man dafür, daß der Stahl weniger warm wird, als das Eiſen, durch richtige Lagerung im Feuer oder durch Erwärmung in getrennten Feuern oder auch durch kühlen, durch auflegen von Lehm, und dann erſetzt man die Schlacke durch Borax. Dieſer Körper hat dieſelben Eigenſchaften, wie die Schlacke, bietet aber den weſentlichen Vorteil der leichteren Schmelzbarkeit. Bevor der Stahl die richtige Temperatur erhalten hat, iſt der Borax bereits geſchmolzen, löſt die Oxydſchicht auf und überzieht die Oberfläche mit einer ſchützenden Schmelze. Dem Borax,

Digitized by Google

welcher am besten vorher durch starkes erhitzen von seinem Kryſtallwaſſer befreit und dann gepulvert wird, ſetzt man zuweilen härtende Körper, wie gelbes Blutlaugenſalz, chromſaures Kali u. ſ. w., zu. Auch werden Eiſen- oder Stahlfeilſpäne zum lockerhalten zugeſetzt. Es führt dies zu den verſchiedenen Rezepten der Schweißmittel, deren weſentlicher Beſtandteil ſtets Borax bleibt.

Das verſtählen — aufſchweißen von Stahl — iſt überall da erforderlich, wo das Eiſen an ſich nicht widerſtandsfähig genug iſt, ein Erſatz durch Stahl nicht gewünſcht wird und auch die Oberflächenhärtung (einſetzen, abbrennen u. ſ. w.) nicht genügt. Man ſucht bei kleineren Verſtählungen das Stahlſtück auf irgend eine Weiſe feſtzuheften, damit es während des wärmens nicht abfällt. Es geſchieht dies durch einklemmen in einen eingeſchroteten Spalt (Abb. 285a) oder auch dadurch, daß man (Abb. 285b) das Stahlſtück durch einſetzen eines ſcharfen Schrotbeiles mit Zähnen verſieht, härtet und auftreibt, wobei ſich die Zähne in das weiche Eiſen eindrängen.

Sollen größere Flächen verſtählt werden, wie z. B. bei langen Hobelmeſſern, ſo wird (Abb. 285c) ein dickes Stück Stahl aufgelegt, geſchweißt und mit der Unterlage, dem Eiſen, unter dem Hammer ausgereckt. Die weitere Ausbildung dieſes Verfahrens führt zur Stahlplattierung — Panzerplatten für Geldſchränke u. ſ. w. — Hier bedeckt (Abb. 285d) der Stahl die ganze Unterlage, mit welcher er ſchweißwarm verwalzt wird, wie in Abb. 285e angegeben iſt.



285. Verſtählen.
a Einſpalten. b Aufſetzen. c—e Stahlplattieren.

Das Löten.

Das löten unterſcheidet ſich vom ſchweißen dadurch, daß die Verbindung durch einen dritten Körper, welcher flüſſig zwiſchen die zu vereinigenden Metallenden tritt, hergeſtellt wird, und daß die Notwendigkeit der Erwärmung der beiden Lötſtücke zurücktritt. Dagegen bleibt auch hier die Bedingung der Schaffung und Erhaltung einer reinen Oberfläche beſtehen.

Man hat beim löten dreierlei zu unterſcheiden: die Lötenden — die zu vereinigenden Metallſtücke — ferner das Lötmetall, ſchlechtweg auch Lot genannt, und das Lötmittel.

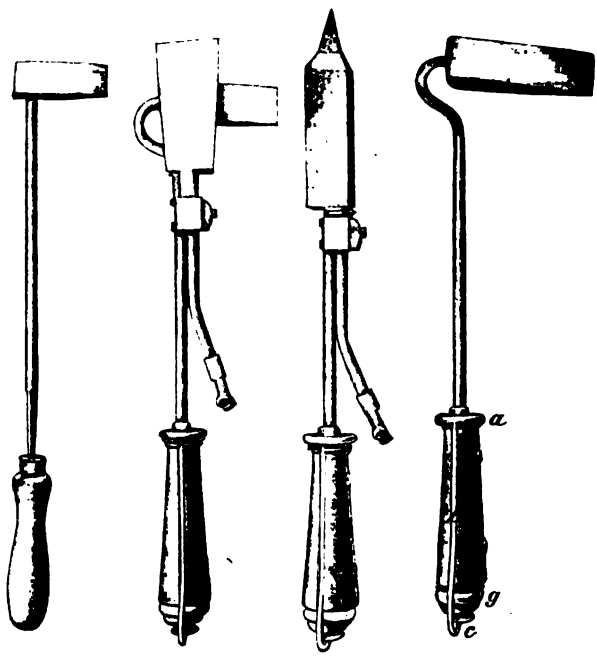
Die Lötenden ſind zunächſt ſorgfältig zu reinigen und metalliſch blank zu machen. — Das Lot muß möglichſt die Farbe der Lötenden haben, leichter ſchmelzen als dieſe und eine Affinität zu denſelben beſitzen. Man lötet Meſſing und Kupfer, auch wohl Eiſen mit Weichlot — eine Legierung von Zinn mit Blei — ebenſo Weißblech (verzinntes Eiſenblech) und Zink. Blei lötet man mit Blei oder einem zinnärmeren Weichlot, in beſonderen Fällen mit einem leichtflüſſigen zinnreicheren Lot. Das Weichlot ſchmilzt unter dem Lötkolben oder der Lötlampe. Feſtere und namentlich feuerfeſtere Verbindungen ſtellt man mit Hartlot oder Schlaglot her, einem zinkreichen Meſſing, oder mit Kupfer oder Silber. Letzteres wendet man gern für Eiſen an, wenn die Lötung nicht zu erkennen ſein ſoll. Für Silber nimmt man eine ſehr ſilberhaltige, alſo helle Kupferlegierung und für Gold eine ſolche von Gold mit Silber oder irgend eine goldähnliche Legierung. Alle die ſo hergeſtellten Verbindungen nennt man Hartlötungen.

Der Lötkolben, welcher nur zum weichlöten verwendet werden kann, beſteht aus Kupfer und hat die in der Abb. 286 dargeſtellte Form. Er wird vor dem Gebrauch „verzinnt“. Zu dieſem Behuf feilt man die Kante an, reinigt dieſelbe in dunkelrotwarmem Zuſtande mit Hilfe eines Salmiakſtückes und reibt es dann auf dem letzteren mit dem Lot ein, welches die Kante überzieht und tropfenweiſe haftet. Dann werden die Lötſtücke ſorgfältig gereinigt und, falls es nicht bereits Weißblech iſt, unter Verwendung von einem Lötmittel durch aufreiben des Lötkolbens verzinnt und aufeinandergelegt. Durch aufdrücken des gut erwärmten Lötkolbens wird dann das überflüſſige Lot heraus-

Digitized by Google

gequetscht, worauf man die Verbindung, möglichst unter Anwendung von Druck, erkalten läßt.

Das erwärmen des Lötkolbens geschieht beim Klempner in dem hierfür besonders bestimmten Lötofen, der meist mit Holzkohlen arbeitet. Der Schlosser verwendet hierfür das Schmiedefeuer, welches er mit geringem Wind gehen läßt. In neuerer Zeit hat man Gaslötkolben (Abb. 287 u. 288), welche dauernd durch eine Knallgasflamme warm gehalten werden. Auch versieht man (Abb. 289) den Kolben mit einer Höhlung, in welcher sich das flüssige Lot sammelt und durch andrücken oder nachlassen eines Gummiballes (g) eingezogen oder ausgepreßt werden kann. Der größere Vorrat an flüssigem Lot läßt diese Einrichtung manchmal recht zweckmäßig erscheinen. Der Gummiball wird von dem verschiebbaren Ring a aus vermittelst der Zugstangen b und dem den beiderseitigen Zugstangen angehörigen Druckstück c mit dem Daumen bethätigt, mit Hilfe dessen der Arbeiter den Gummiball langsam, dem Bedarf an Lötzinn entsprechend, zusammendrückt, so daß die zwischen diesem und dem in der Spitze enthaltenen Lötzinn befindliche Luft letzteres herauspreßt. Ist alles verbraucht, so drückt man den Gummiball ganz zusammen, geht mit dem event. frisch erwärmten Kolben an das Lötzinn, bringt dies zum schmelzen und läßt sich den Gummiball langsam ausdehnen, wodurch das flüssige Metall hineingesaugt wird.



286. Lötkolben. 287. Gaslötkolben, Hammerform. 288. Gaslötkolben, Spitzform. 289. Pneumatischer Lötkolben.

Nunmehr ist leicht zu erkennen, daß auch die Gaslötkolben der Abb. 287 u. 288 in dieser Weise eingerichtet sein können. Doch sind auch viele Gaslötkolben ohne Pneumatik im Gebrauch.

Als Lötmittel verwendet man in der Regel eine Auflösung von Zink in Salzsäure, mit oder ohne Zusatz von Salmiak. Für blankes Messing oder Weißblech genügt auch Kolophonium, welches nur die Luft abzuhalten hat. Auch Talg und ähnliche Fette finden Verwendung. Britanniametall und andere sich sehr gut an der Luft haltende, leicht schmelzende Metalle lötet man mit Stearin oder Palmöl.

Das hartlöten erfordert als Lötmittel einen widerstandsfähigeren Körper, als welchen man ausschließlich Borax verwendet. Derselbe wirkt hier genau wie beim schweißen, löst die Oxyde auf und überzieht die Lötenden schützend gegen weitere Oxydation.

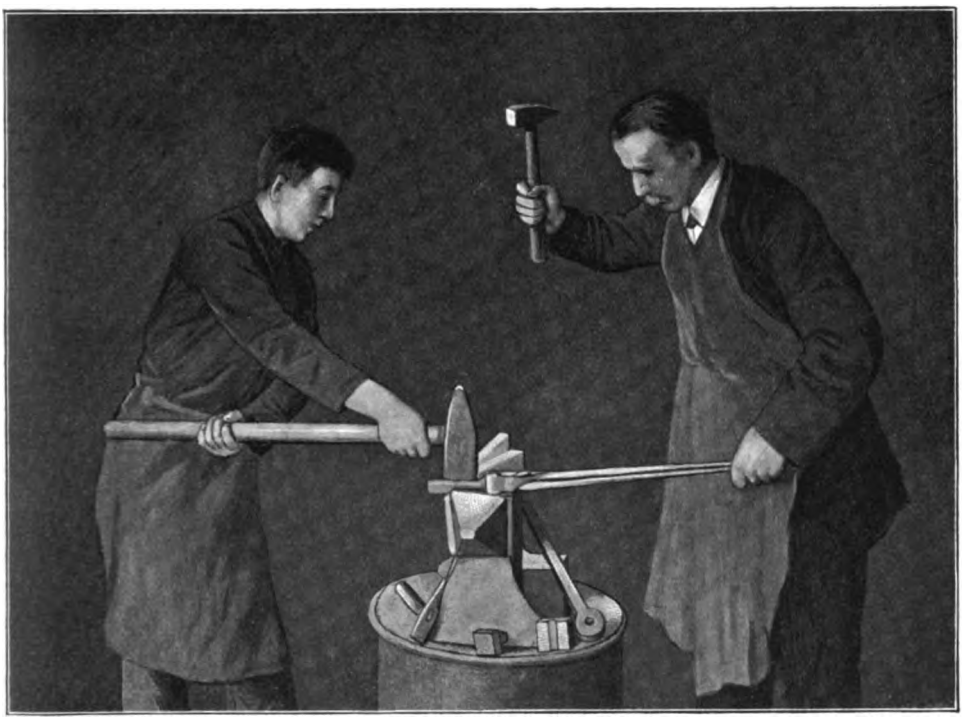
Die Erwärmung geschieht beim hartlöten entweder im Feuer, oder, bei kleinen Objekten, mit dem Lötrohr. Dünne Blechstücke, wie z. B. Bandsägen, lötet man wohl auch in der Lötzange, einer mit besonders starken Backen versehenen rotglühenden Schmiedezange. Auch die Elektrizität wird zum löten herangezogen, wie in dem Abschnitt: „Die Verwendung der Elektrizität zum schweißen und löten“ eingehend behandelt ist.

Digitized by Google

Die Werkzeuge der Kleineisenindustrie.

Die Kleineisenindustrie hat ursprünglich ihre Grundlage in der Schmiederei gehabt, und der betreffende Industrielle war der Kleinschmied.

Das hat sich freilich sehr geändert. Zu dem Hammer und Amboß, jenen urwüchsigen Werkzeugen, welche mit der Zange und dem Schmiedefeuer und wenigen Geräten jahrhundertelang die Mittel gewesen sind, mit denen die so verschiedenen Erzeugnisse für den Hausbau und den Haushalt, für den Ackerbau und für den Krieg von jeher gefertigt wurden — sind die mechanischen Hämmer mit ihren Gesenken, ist die Schmiedemaschine und die Schmiedepresse getreten, und das rohe Ding, die Feile, welche zum abkratzen und runden der Schmiedestücke diente, hat mannigfache, feinere Formen erhalten. Ihr zur Seite trat erst die Drehbank, dann die Hobelmaschine und in der Neuzeit die



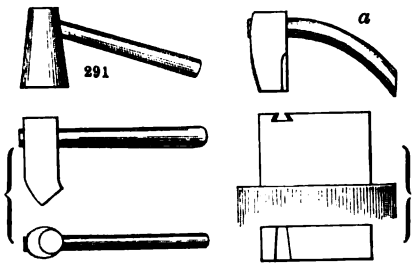
290. Kleinschmied am Amboß.

Fräsmaschine. Der rohe Schleifstein, welcher wohl als Urvater der Feile anzusehen ist, erhielt einen Gefährten in dem Schmirgelstein und führte zu den feinen Schleifmaschinen, welche heute Arbeiten liefern, die sich zu denen der gewöhnlichen Drehbank verhalten, wie etwa diese zu den in das Gesenk geschlagenen Rundstücken der Schmiede.

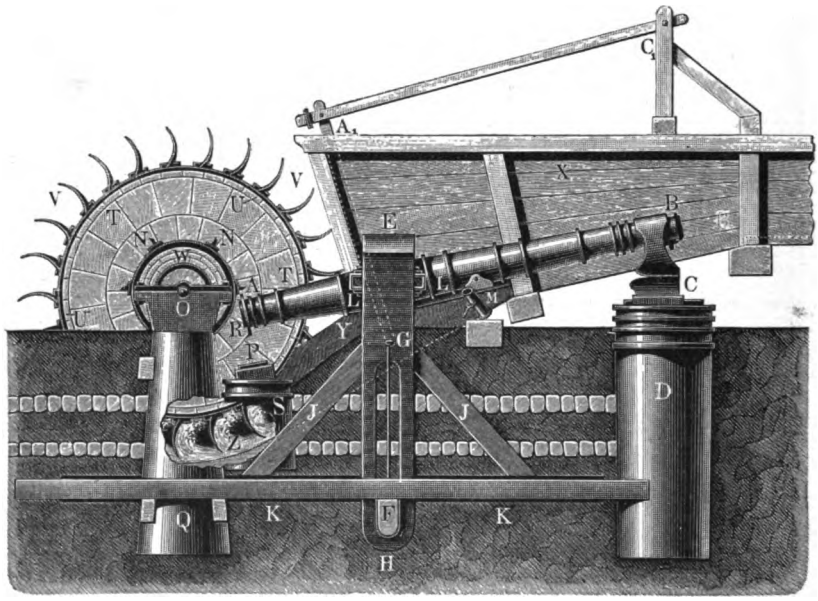
Die Werkzeuge des Kleinschmiedes haben ihre eigenen Formen. Zwar hat der eigentliche Schmiedehammer (Abb. 290) seine bekannte Gestalt behalten. Aber die Formen der Hämmer, welche nicht gerade zum allgemeinen schmieden dienen, wechseln mit dem Land und dem Zweck. So besitzt der Hammer des Schmiedes für Stechbeitel und Hobeleisen in Sheffield eine breite runde Bahn und einen schief eingesteckten Stiel, wie in der Abb. 291 dargestellt ist, der dortige Feilenhauer einen ähnlichen, aber unten schmalen Hammer (Abb. 292), während der bergische Feilenhauer einen krummen Stiel und einen schweren Oberteil (Abb. 293a) vorzieht.

Digitized by Google

Die Stiele der in den Abb. 291, 292 u. 293 abgebildeten Hämmer haben die Eigentümlichkeit, im Kopf zu sitzen, während unser gewöhnlicher Schmiedehammer (Abb. 290) ihn in der Mitte aufnimmt. Diese Eigenheit ist schon recht alt. Wie aus den Abb. 4 bis 7 des Abschnittes „Schmiede" zu erkennen ist, haben die alten Römer bereits Verschiedenheiten auf diesem Gebiete aufzuweisen. — In der Handhabung ist der in der Mitte gefaßte Hammer der bequemere, und der heute übliche Hammer ist meist so gestaltet. Aber vielleicht war es den Alten leichter, das Stielloch oben — durch aufschroten und nachheriges zuhämmern — zu bilden, anstatt den Hammer zu lochen, so daß diese Form als die ursprüngliche anzusehen sein würde, die sich für wenige Sonderfälle bis heute erhalten hat. Dagegen entspricht der krumm oder schief eingesteckte Stiel den Anforderungen des Handwerks, wie in dem Abschnitt „Feilen" näher angegeben worden ist.



291 u. 292. Englische Hämmer. 293. Feilenhauerhammer und Amboß.



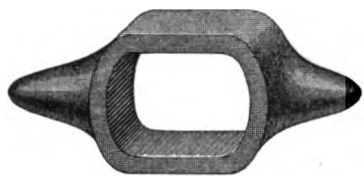
294. Schwanzhammer.

Der Amboß des Feilenhauers besitzt dem des Maschinenbauers gegenüber kein Horn, zuweilen nur eine etwas verlängerte Bahn, dafür aber (Abb. 293b) einen sogenannten Sattel, in welchen der Schmied die verschiedensten Unterlagen für die erforderliche mannigfache Formgebung einschiebt und festkeilt. Dadurch werden die Schwierigkeiten, denen der Maschinenschmied gegenübersteht, wesentlich vereinfacht, freilich auch die Gewandtheit desselben ersetzt. Der Gehilfe des Maschinenschmieds braucht kaum mehr zu können, als zuzuschlagen. Der des Kleinschmiedes wird für jedes Produkt speziell angelernt, muß genau wissen, wie die Operationen aufeinander folgen und welches Hilfsgerät zu verwenden ist. Das geht so weit, daß z. B. ein Zuschläger für Feilen nicht vom Bohrschmied zu gebrauchen ist, sondern für diese Beschäftigung besonders angelernt werden muß. Der tüchtige Maschinenschmied fertigt alles, was geschmiedet werden kann, und seinem Gehilfen muß es gleichgültig sein, was geschmiedet werden soll. Der Kleinschmied dagegen liefert mit fabelhafter Gewandtheit gewisse Artikel massen- und

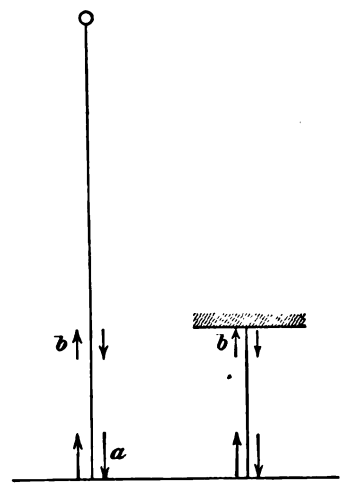
Digitized by Google

musterhaft, ist aber, wie sein Gehilfe, selten imstande, aus dem angelernten Rahmen herauszugehen. Selbst seine eigene Schmiedezange versteht er nicht immer zu fertigen.

Das erste mechanische Werkzeug, welches der Kleinschmied anwandte, um den Zuschläger zu ersetzen und schwerere Arbeit dauernd zu liefern, ist der Schwanzhammer (Abb. 294), welcher durch ein Wasserrad getrieben wurde und noch heute in seiner ganzen antediluvianischen Form in den bergischen und thüringischen Thälern, wie in denen der Steiermark, Schweden u. s. w., gefunden wird. Der wirksame Teil desselben ist der Hammerkopf, welcher auf einen hölzernen Stiel, das Helf, gekeilt ist. Letzteres, meist vierkant, in der Figur rund dargestellt, enthält gegen sein Ende zu einen mit Spitzen versehenen eisernen Ring (Abb. 295), welcher in geeigneten Pfannen läuft, die ihrerseits in mächtigen Hölzern sitzen. Am Ende des Helfes befindet sich ein anderer Ring (Abb. 294R u. 296), der oben mit den Daumen der Welle arbeitet und unten eine Verstärkung enthält, mit welcher er bei jedem Schlag scharf gegen ein Hirnholzstück tritt, welches in ein schweres, zum Gestell gehöriges Balkenstück eingelassen ist. Man nennt dies den Preller. Wenn man einen Schmied fragt, wozu dieser Preller sei, so erhält man regelmäßig die Antwort: Das gibt einen kräftigeren Schlag. Dem ist nun nicht so. Der Schlag wird sogar ganz wesentlich abgeschwächt, was natürlich kein echter Hammerschmied glaubt. Der Preller hat lediglich den Zweck, das schnelle schmieden zu ermöglichen. Würde er nicht vorhanden sein, so würde der Hammer nach jedem Angriff des Daumens, der mit bedeutender Kraft und Geschwindigkeit erfolgt, hoch in die Höhe geworfen werden und verhältnismäßig viel Zeit gebrauchen, um auf das Schmiedestück zu fallen. Auch müßte das angreifen des folgenden Daumens so lange ausbleiben, bis der Schlag erfolgt ist; der nachfolgende Daumen müßte dementsprechend weit abstehen. Durch den Preller aber wird der Hammer schon nach ganz kurzer Zeit aufgehalten und gezwungen, weil schnell zurückgeworfen, den Schlag ganz wesentlich früher auszuführen. Der folgende Daumen kann auch nun viel früher antreten, um seine Funktion zu üben.



295. Hammerhülse. 296. Helfband.



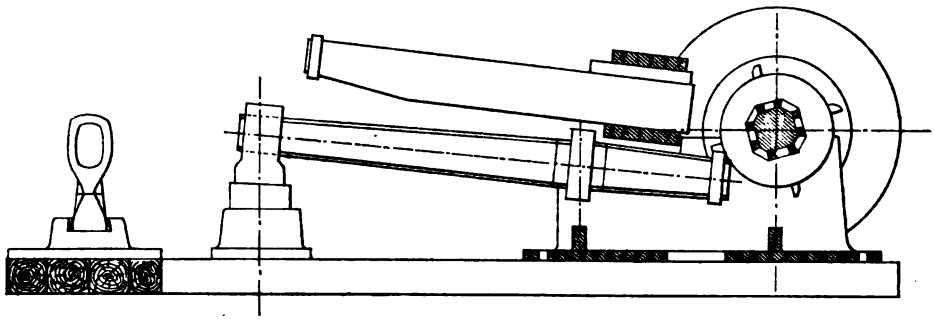
297. Wirkung des Prellers.

Ebenso leicht ist es einzusehen, daß der Schlag durch den Preller geschwächt wird.

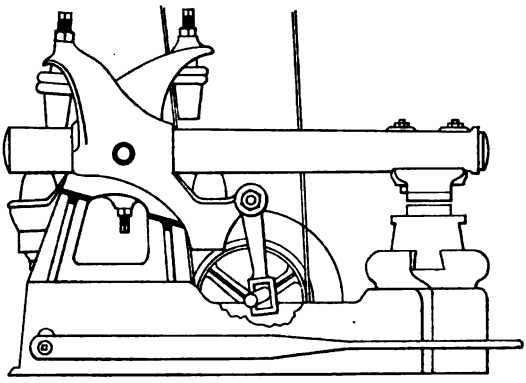
Wir denken uns (Abb. 297) einen Gummiball frei in die Höhe geworfen. Seine Geschwindigkeit verlangsamt sich, er kommt einen Moment zur Ruhe und fällt dann wieder zurück, um, wenn er keinen Luftwiderstand erfahren würde, genau mit derselben Geschwindigkeit.— hierfür sei der Pfeil a ein Maß — auf den Boden aufzutreffen oder da anzukommen, von wo er aufgeworfen wurde.

Wiederholt man den Versuch in genau derselben Geschwindigkeit im Zimmer, so trifft der Ball alsbald die Decke. Ist diese vollkommen starr und der Ball vollkommen elastisch, so kehrt er mit genau derselben Geschwindigkeit zurück, mit der er aufgetroffen ist. Diese ist aber gleich der mit dem Pfeil b bezeichneten und auch gleich der, die der Ball bei dem ersten Versuch an jener Stelle hatte. Naturgemäß wird auch die Geschwindigkeit, mit welcher der Ball seinen Ausgangspunkt auch diesmal erreicht, dieselbe wie vorher sein. Die Geschwindigkeit und damit die Wucht des auftreffens ist also in beiden Fällen gleich. Alles dies setzt voraus, daß der Ball vollkommen elastisch zurückgeworfen werde, also nichts an seiner Geschwindigkeit verliere. Dies ist bei einem

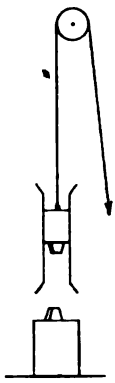
Digitized by Google



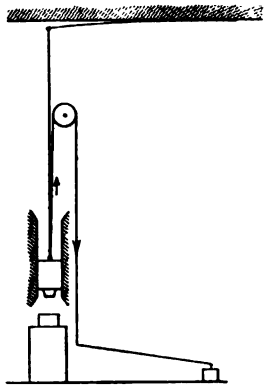
298. Schwanzhammer mit Falkenpreller.



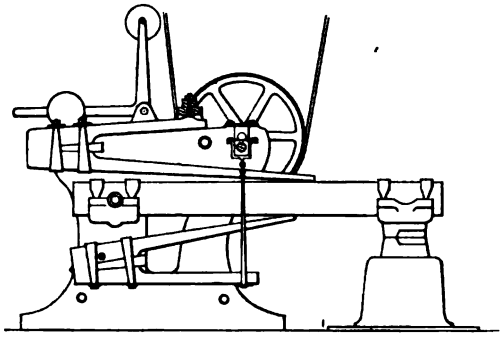
299. Bradley-Hammer.



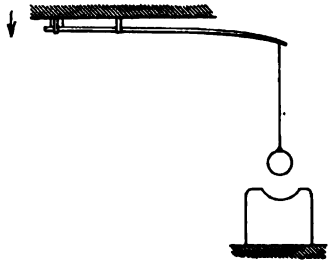
301. Zughammer.



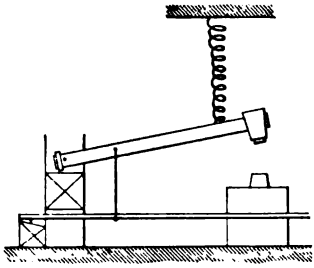
302. Schwebehammer.



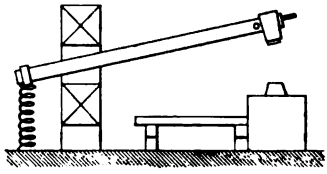
300. Schwedischer Hammer.



303. Chinesischer Schwebehammer.



304. Schwebehammer.



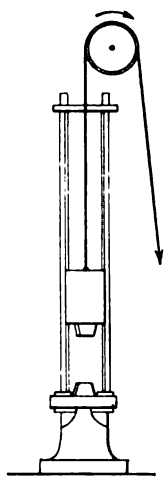
305. Schwebehammer.

Digitized by Google

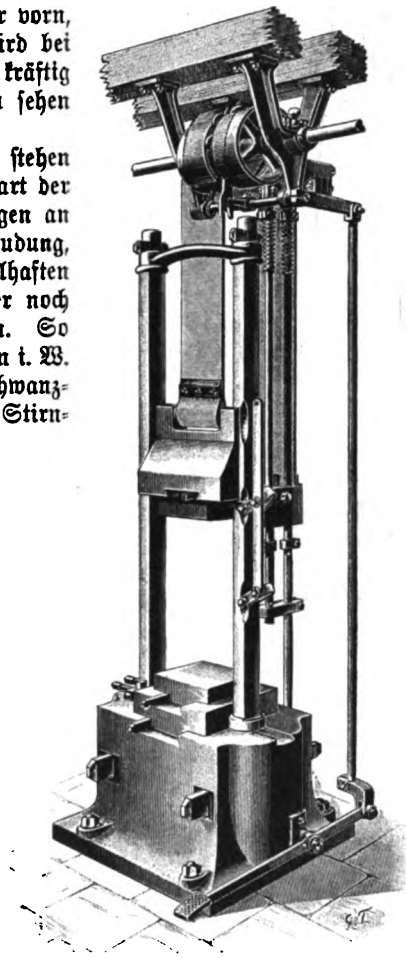
Gummiball annähernd, bei einem so locker und unvollkommen aufgestellten Gegenstande aber, wie ein Schwanzhammer ihn darstellt, keineswegs der Fall. Der vom Preller zurückgeworfene Hammerkopf trifft das Schmiedestück daher sogar weit schwächer, als er es treffen würde, wenn er frei in die Höhe geworfen würde.

Dem Schwanzhammer in seiner ganzen Primitivheit treten der Aufwerfhammer und der Stirnhammer zur Seite. Bei dem ersteren greift der Daumen der dem Helf parallel liegenden Welle dicht hinter dem Hammerkopf an, während der Angriff beim Stirnhammer vorn, an der Hammerstirn stattfindet. Der Preller wird bei beiden Arten durch ein oben darüberliegendes, kräftig federndes Holzstück — wie in der Abb. 298 zu sehen ist — gebildet.

Diese Hämmer wie auch die Schwanzhämmer stehen längst auf dem Aussterbeetat. Die an die Eigenart der Schläge gewöhnten Hammerschmiede indessen hängen an dem System trotz der außerordentlichen Kraftvergeudung, welche demselben infolge der überaus unvorteilhaften Federung anhängt, und veranlassen daher immer noch ab und zu Neubauten nach diesem alten System. So stellt die Abb. 298 einen von Dahlhaus in Hagen i. W. gebauten Hammer dar, welcher den Aufbau des Schwanzhammers mit dem Preller des Aufwerf- und Stirnhammers vereinigt. Indessen gehört dieser Hammer, wie namentlich die letztgenannten beiden weniger der Kleineisenindustrie als vielmehr dem Hüttenwesen an, da sie seltener zum eigentlichen schmieden als zum ausquetschen und recken der Luppen und formen derselben verwendet werden.



306. Transmissionsriemenhammer.



307. Kochscher Hammer.

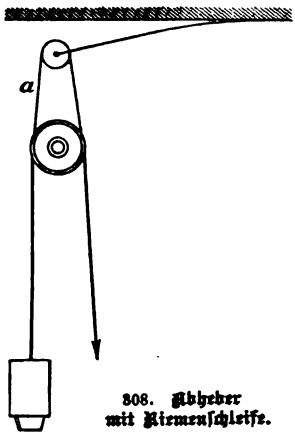
Eine wesentliche Verbesserung hat, in verschiedener Weise, der alte Schwanzhammer durch anbringen von maschinenbaumäßigen Lagern, Federn und Puffern erhalten. Der gebräuchlichste ist der Bradley-Hammer (Abb. 299), welcher Gummipuffer zur Aufnahme der Stöße besitzt. Eine andere Form zeigt Abb. 300, einen schwedischen Hammer.*) Bei beiden werden die Stöße mit möglichster Elastizität aufgenommen, wodurch sich dieselben der Lösung des Problems nähern, möglichst kräftige, weil nur wenig abgeschwächte Schläge zu liefern.

In den letzten Jahrzehnten hat sich der Riemenhammer eingebürgert. Derselbe entstammt dem alten Zughammer (Abb. 301), bei dem der ebenfalls zwischen zwei Schienen laufende Bär an einem über eine Rolle gehenden Seil von Hand in die Höhe gezogen wurde, also nicht schwerer sein durfte, als bequem zu ziehen ist. Solche Hämmer

*) S. auch die Abhandlung des Referenten: „Über Transmissionshämmer." „Zeitschrift deutscher Ingenieure", 1889, S. 465.

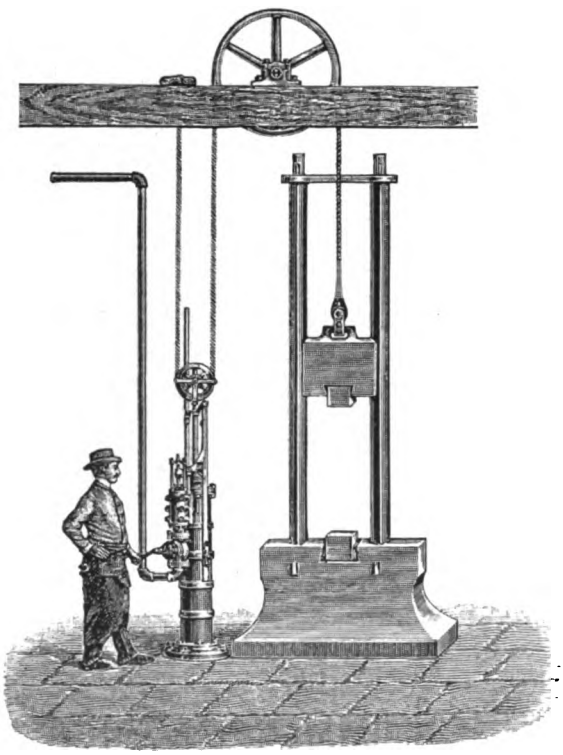
Digitized by Google

waren noch zu Anfang der achtziger Jahre im Bergischen im Gebrauch. Direkt von diesem Hammer abgeleitet sind diejenigen, welche man in Lüdenscheid, auch in Schmalkalden, für leichte Schläge verwendet (Abb. 302). Der Hammer wird durch eine Feder hoch gehalten — läßt also in der Ruhe die Bahn immer frei — und durch einen Fußtritt zum Schlag gebracht. Dies geschieht entweder direkt durch einen Zug nach unten, oder indirekt, wippend, durch einen Zug nach oben.



308. Abheber mit Riemenschleife.

Dieser Hammer bildet in einer gewissen Richtung das Endglied einer kleinen Reihe, deren Anfang wohl uralt ist; es sind das die Schwebehämmer, deren erster Vertreter heute noch in China gefunden wird und dort u. a. zum schlagen von Goldblatt Verwendung findet. Er besteht einfach (Abb. 303) aus einem über dem Amboß (Mörser) befindlichen Stein oder sonst einem geeigneten schweren Körper. Derselbe wird kräftig von Hand heruntergezogen, so daß er einen Stoß, einen Schlag auszuüben imstande ist, und geht dann von selbst wieder in die Höhe. Diese Hämmer haben also sämtlich, wie beim Lüdenscheider Hammer (Abb. 302) bemerkt wurde, die schöne Eigenschaft, immer freie Bahn zu geben. Daran lehnen sich mit gleicher Eigenschaft die in den Abb. 304 u. 305 angegebenen heut veralteten, aber trotzdem oft genug zweckmäßigen Anordnungen.

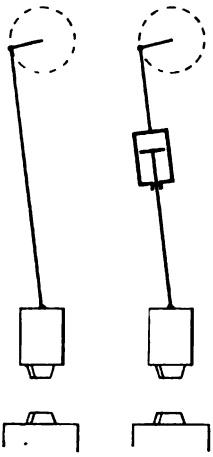

309. Dampfriemenhammer von Bicht & Grohs in Hückeswagen.

Der oben erwähnte Riemenhammer nun (Abb. 306) hat den wesentlichen Vorteil, daß er von einer Transmission aus, also mit wesentlich größerer Kraft gehoben werden kann, wobei die Hand nur das ein- und auslösen zu besorgen hat. Für gewöhnlich liegt der Riemen lose auf einer Riemenscheibe auf, welche fast reibungslos unter demselben läuft. Wird der Riemen nun angezogen, so entsteht zwischen Riemen und Riemenscheibe eine Reibung, welche den Bären in die Höhe zieht. Läßt der Schmied den Riemen los, so fällt der Bär frei herunter.

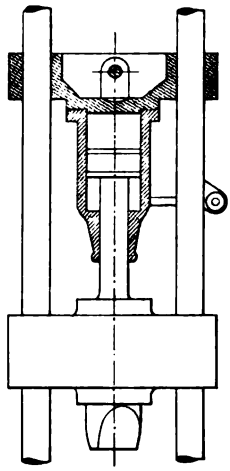
Bei schweren und langen Riemen ist die Reibung zwischen Riemen und Riemenscheibe beim fallen zu groß, um vernachlässigt werden zu können. Man erleichtert den Riemen dann wohl dadurch, daß man ihn nur so lang in seiner ganzen Breite läßt, als er an der Riemenscheibe zur Benutzung gelangt, und namentlich das Schwanzende wesentlich schmaler und daher leichter macht. Ferner hat man eine ganze Reihe Vorrichtungen erdacht, welche den Riemen ganz frei von der Scheibe halten, solange kein Zug ausgeübt wird. Als Beispiel diene eine im Bergischen ziemlich beliebte Abhebe-

Digitized by Google

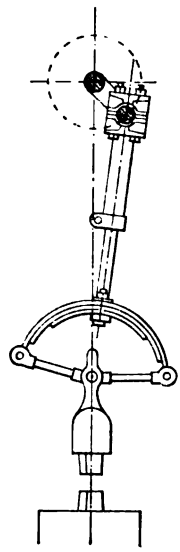
vorrichtung. An dem Hauptriemen ist ein zweiter, wesentlich leichterer (Abb. 308), mit a bezeichnet, angebracht, welcher eine große Schleife bildet. Mit dieser Schleife ruht er auf einer mit einem Gegengewicht versehenen oder an einer Feder hängenden



310. Kurbelmechanismus. 311. Kurbelmechanismus mit elastischer Einlage.



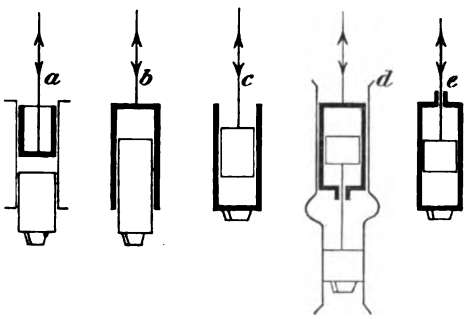
312. Lufthammer von A. Schmidt in Konstanz.



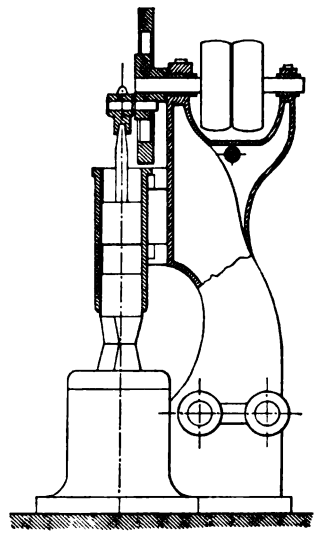
313. Federhammer.

Rolle, welche ihn mit dem Hauptriemen abhebt. Erst durch den Zug, den der Schmied auf das Ende des Hauptriemens ausübt, legt sich dieser auf die Riemenscheibe und hebt den Bären in die Höhe. — Statt einer großen Abhebevolle findet man auch oft zwei kleinere hintereinander, wodurch die Schleife bei großen Antriebsscheiben noch besser angepaßt werden kann.

Die meisten Abhebevorrichtungen beruhen auf der Wirkung eines federnden Bügels, welcher den Riemen in einer geringen Entfernung von der Scheibe trägt und beim anziehen des Riemens niedergedrückt wird, so daß sich der Riemen auf die Antriebsscheibe legen kann. Diese ist aus



314. Lufthammersysteme.



315. Lufthammer von Krus.

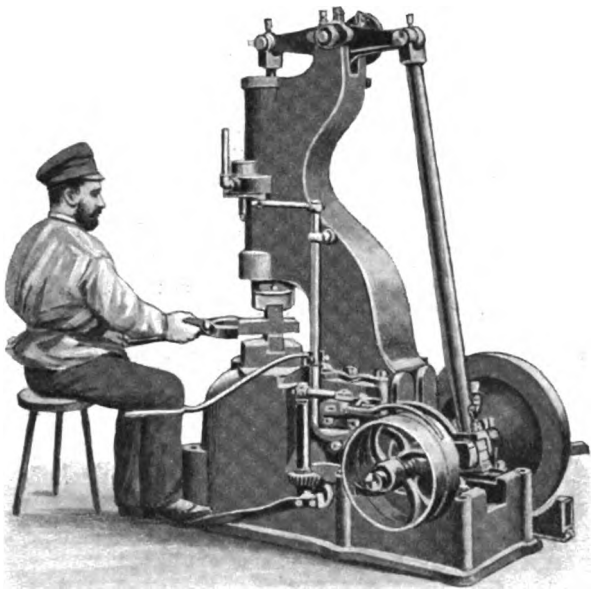
diesem Grunde geteilt, so daß sich der federnde Bügel zwischen den beiden etwas auseinandergerückten Teilen befindet. Bei breiten Antriebsscheiben verwendet man auch zwei federnde Bügel, teilt also die Antriebsscheibe zweimal. — Die Feder wird auch häufig durch einen Gewichtshebel ersetzt.

Digitized by Google

Bei sehr schweren Bären ist die am Riemenende auszuübende Zugkraft zu groß, um von einem Arbeiter geliefert werden zu können. Man hat daher (Bêché & Grohs) die Dampfkraft eingeschaltet (Abb. 309) in Form eines kleinen stehenden Dampfcylinders, der leicht vom Arbeiter bethätigt werden kann.

Eine andere Gattung mechanischer Hämmer, welche in der Kleineisenindustrie vielfach Verwendung findet, sind die Federhämmer. Dieselben werden, im weitesten Sinne aufgefaßt, von dem Kurbelmechanismus abgeleitet.

Verbindet man (Abb. 310) einen zwischen Führungen laufenden Bären durch eine Pleuelstange mit einer Kurbel, so kann der Mechanismus in Verbindung mit einem Amboß höchstens zum pressen gebraucht werden und gestattet nur eine langsame Bewegung. Denn erstens fehlt ihm die erforderliche Anpassung an die Dicke des Schmiedestückes, und zweitens hat der Bär während der Umdrehungeu der Kurbel gerade da die geringste Geschwindigkeit, wo er die größte haben sollte, unten im toten Punkt.



316. Lufthammer von Bêché & Grohs in Hückeswagen.

Schaltet man jedoch (Abb. 311) ein federndes Organ, z. B. einen Luftpuffer ein, so werden beide Übelstände mit einem Male beseitigt. Innerhalb bestimmter Grenzen wird die Wirkung des Schlages nicht von der Dicke des Schmiedestückes beeinträchtigt, und der Bär kann, vermöge seiner lebendigen Kraft und der Nachgiebigkeit des Puffers — der also nicht nur als solcher, sondern auch negativ durch seine Ausdehnungsfähigkeit wirkt — seine lebendige Kraft aus der Periode der größten Geschwindigkeit annähernd beibehalten und mit voller Wucht das Eisen treffen.

Als federndes Organ hatte man früher eine Bügelfeder (Abb. 313). In der Neuzeit ist das Luftkissen sehr in Anwendung gekommen, welches durch irgend eine Anordnung von Cylindern zwischen Bär und Kurbel eingeschaltet ist. In den Abbildungen 314 a—e ist die Reihe der möglichen Kombinationen, a, b, c einfach, d und e doppelt wirkend, schematisch zusammengestellt worden.

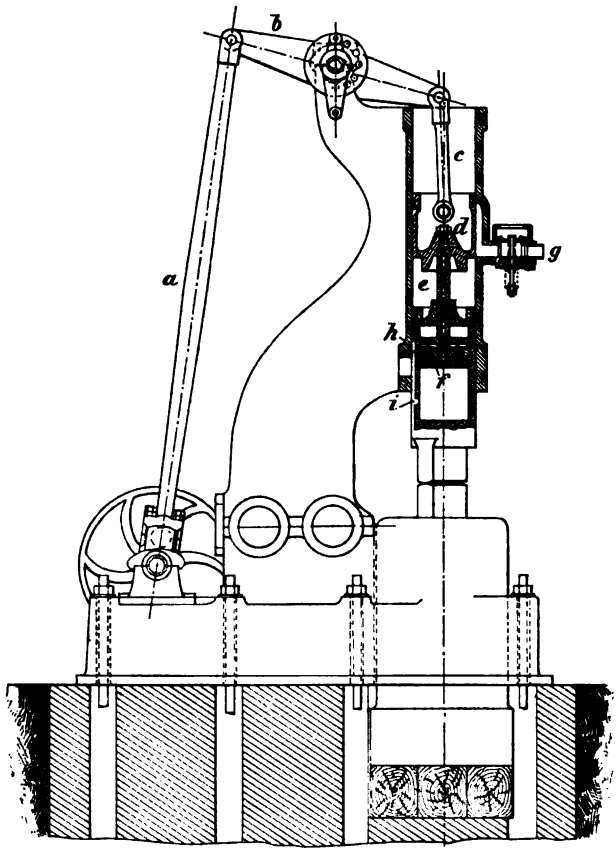
Die Verbindung zwischen Kurbel und Puffer oder Bär ist oft eine direkte, nach Abb. 311, verkörpert durch den Schmidtschen Lufthammer (Abb. 312), zuweilen auch eine indirekte, durch Vermittelung eines Hebels. Erstere führte später zu der aufrechten einfachen Konstruktion des Arnsschen Hammers (Abb. 315) und die letztere Anordnung zu der gedrungeneren Gestaltung des Hammers (Abb. 316) von Bêché & Grohs in Hückeswagen.

Die Wirkungsweise ist bei diesen Hämmern, dem Schema der Abbildung 314a entsprechend, so zu denken, daß durch das Auf- und Niedergehen des Oberkolbens zwischen diesem und dem den Bären bindenden Unterkolben abwechselnd je eine Luftverdünnung und Luftverdichtung festgestellt wird, durch welche der Bär in die Höhe gesaugt oder niedergepreßt wird. Um die Stärke des Schlages zu regeln, ist der Raum zwischen den beiden

Digitized by Google

Kolben mit einem nach außen führenden Hahn versehen. Ist derselbe geschlossen, so gibt der Bär die volle Gewalt wieder, mit welcher die Luft durch den Oberkolben gepreßt wird, wogegen bei schon nur geringer Öffnung dieses Hahnes ein Luftaustritt oder ein Eintritt derselben stattfindet, wodurch diese Gewalt erheblich gemindert wird.

Die Anordnung des Hammers von Bêché & Grohs entspricht dem Schema e der Abb. 314 und besitzt indirekte Übertragung. Die Antriebswelle ruht unten auf dem Fundamente, von wo aus Kurbel, Pleuelstange a und Hebel b auf die Kolben wirken. Diese Anordnung führt zu einem sehr kräftigen Aufbau und ruhiger Arbeit. Der Hebel ist excentrisch gelagert, so daß man die Höhenlage des Bären dem Arbeitsstück oder der Höhe der zu verwendenden Gesenke anpassen kann.



317. Lufthammer von Bêché & Grohs in Hückeswagen. (Schnitt).

Die Regulierung der Schlagstärke dieses Hammers ist überaus sinnreich. Zunächst ist der Kreuzkopf d, welcher die Verbindung der zweiten Pleuelstange c mit der Kolbenstange e herstellt, als Kolben ausgebildet, welcher sich also in gleichem Abstande von dem eigentlichen Treibkolben f auf- und niederbewegt. Die zwischen diesem Oberkolben und dem als Bär wirkenden Cylinder befindliche Luft wirkt also ebenso treibend auf den letzteren, wie die unterhalb des Treibkolbens in dem Cylinder befindliche, dient also zur Vermehrung dieses Volumens, wenn auch ohne mit demselben im Zusammenhang zu stehen. Je größer nun eine solche als Puffer wirkende Luftmenge ist, desto weicher wird der Schlag sein, und umgekehrt. Wird das obere Luftkissen ausgeschaltet, so bleibt nur das untere übrig, und der Schlag wirkt stärker. Das ausschalten aber geschieht einfach durch öffnen des Steuerventiles g, welches leicht vom Schmied bethätigt werden kann.

Der Kolben f muß sich leicht in seinem Cylinder bewegen, darf also nicht luftdicht schließen. Die Folge ist, daß sich bei jeder Kompression etwas Luft durchdrängen wird, wodurch das Volumen vermindert wird. Zwar findet dasselbe auch von der oberen Seite her statt, aber nicht in dem Maße,. wie unten, da nach oben hin nur der Bär zu heben, nach unten hin der Schlag auszuüben ist. Um dieser Luftverminderung auf beiden Seiten entgegenzutreten, besitzt der Kolben f zwei Kanäle — in der Figur leicht zu erkennen — welche die Öffnungen h und i passieren, und welche anderseits mit den Räumen über und unter dem Kolben verbunden sind, vermittelt durch Ventile, die sich nach diesen Räumen zu öffnen. Es kann also wohl Luft in diese Pufferräume eintreten, niemals aber eine schädliche Luftverdünnung entstehen, welche die Schärfe des Schlages beeinträchtigen würde.

Digitized by Google

Preßluftwerkzeuge.

Eine besondere Gruppe von Werkzeugen sind die Preßluftwerkzeuge. Unter Preßluft versteht man im Gegensatz zur Gebläseluft, deren Spannung sich meist innerhalb eines Meters Wassersäule bewegt, hoch komprimierte Luft, deren Herstellung schon besonders konstruierte Pumpmaschinen erfordert, zu denen die bekannten Gebläsemaschinen der Hüttenwerke den Übergang bilden.

Die erste Verwendung der Preßluft zu motorischen Zwecken, also zur Fortleitung der irgendwo aufgewendeten Pumparbeit nach entfernten Orten, war wohl die zu den Gesteinsbohrmaschinen, wo es darauf ankam, an entlegenen Stellen, z. B. in einem in der Herstellung begriffenen Tunnel, mechanische Arbeit zu verrichten. Hier dient also die Preßluft als Transmissionsmittel und steht damit auf einer Linie mit dem Seilbetrieb und der Elektrizität. In sehr großem Maßstabe ist diese Art der Kraftleitung in Amerika verwendet worden, wo z. B. die auf 5000 Pferdestärken bezifferte Leistung der Quinnesecfälle in Nordamerika (Abb. 318) durch eine 60 cm weite Rohrleitung über 2 km weit zum Betriebe der Maschinen der Chapingruben verwendet werden. Eine ähnliche, kleinere Anlage besitzt die ebenfalls in Nordamerika befindliche Grube Great Republik. Ähnliche Bestrebungen vertraten Popp in Paris und Prof. Riedler in Berlin, welche die Preßluft zur Verteilung der Arbeit von einer Zentralstation aus innerhalb der Städte benutzten.

Aber erst in neuester Zeit hat man Werkzeuge geschaffen, welche im kleinen zur Bearbeitung der Metalle dienen, und diese sind es, welche hier unter dem Namen Preßluftwerkzeuge verstanden werden sollen. Einstweilen dienen sie freilich nur einfachen Zwecken. — Sie lassen sich in zwei Gruppen trennen, je nachdem sie eine drehende oder eine hin- und hergehende, hämmernde Bewegung zum Zweck haben. Die ersteren bilden den Übergang zur bisherigen Verwendung: Die Preßluft wird zum Antriebe einer Maschine benutzt, welche einer Welle eine Drehbewegung erteilt, die zu allem verwendet werden kann, was eben gedreht werden muß oder durch drehen getrieben werden kann. Der Unterschied von der bisher gekannten Art liegt lediglich in den außerordentlich kleinen Abmessungen und in der dadurch erreichten sehr großen Umdrehungszahl.

Der Bau der kleinsten Art dieser Maschinen, der Phönixbohrmaschine erinnert an die kleinen Spieldampfmaschinchen mit oscillierendem Cylinder, wie überhaupt die Einrichtung der Dampfmaschine für diese Maschinengattung maßgebend gewesen ist. So stellt Abb. 319 eine etwas kräftigere, dreicylindrige Gattung solcher Maschinchen dar, welche sich eng an eine früher viel im Gebrauch gewesene Bootsdampfmaschine, System Brotherhood, anlehnt. Man hat auch viercylindrige Maschinen (Phönix) gebaut, welche wiederum größere Leistungen zu vermitteln vermögen.

Alle diese Maschinen liefern also eine Drehbewegung, welche irgendwie abgeleitet und verwendet werden kann. Abb. 320 stellt eine solche in ihrer Gesamtheit dar. Das Maschinchen befindet sich in dem Gehäuse k, welches an den Griffen g gehalten und hantiert wird; b ist der Bohrer und s die Spitze, mit welcher der Apparat gegen irgend eine feste Stelle gesetzt wird.

Die zweite Gruppe der Preßluftwerkzeuge schließt sich der Gesteinsbohrmaschine an und liefert eine hin- und hergehende Bewegung. Die Grundlage ihrer Arbeitsweise ist annähernd bereits in dem Abschnitt „Schmiede“ Abb. 41 und 49 erläutert, enthält jedoch die besondere Neuerung, daß der Schieber nicht vom Kolben durch Hebelwerke u. s. w. sondern durch Kanalleitung getrieben wird. Abb. 321*) stellt das Leitungssystem dar. A ist der sorgfältig eingeschliffene Kolben, dessen Zapfen z die Schläge auszuführen hat. Als Objekt ist ein Meißel angenommen, dessen Kopf m unten in der genannten Abbildung zu erkennen ist. In der Zeichnung befindet sich dieser Kolben auf der Mitte seines Raumes. Über ihm befindet sich querlaufend der Schieber B, ebenfalls in seiner Mittelstellung, in welcher er einen Kanal c, welcher unter der ringförmigen Mulde A des Kolbens ausläuft, gerade verschließt. Die Verlängerung dieses Kanals führt auf die Zuleitung a, welche also

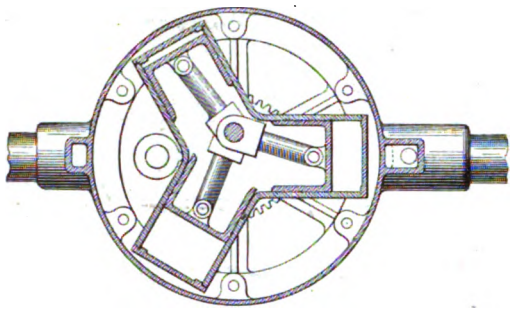
*) Vergl. „Stahl und Eisen“ 1899, Nr. 13.

Digitized by Google

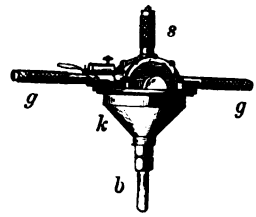
318. Preßluftleitung für 5000 Pferdestärken, Chapinmine, Iron Mountains, Michigan, V.-St.

Digitized by Google

in dieſer Schieberſtellung ebenfalls verſchloſſen iſt. Man denke ſich nunmehr den Schieber etwas z. B. nach rechts verſchoben. Dann wird der Kanal a frei, und die Preßluft kann durch den Kanal b unter den Kolben gelangen, welchen ſie in die Höhe treibt, während

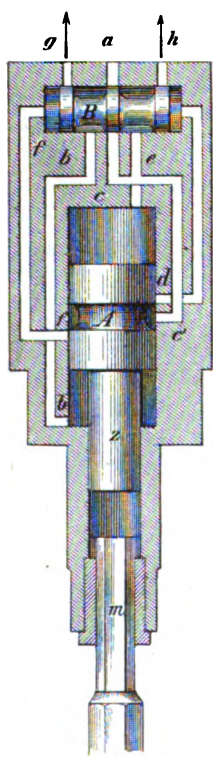


819. Preßluftbohrmaſchine. (Zu S. 154.)

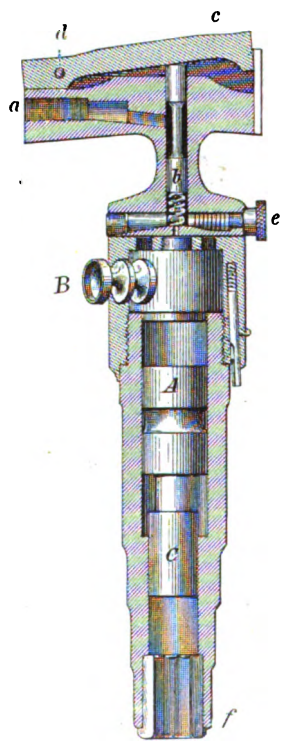


820. Preßluftwerkzeug. (Zu S. 154.)

die über ihm befindliche Luft durch den Kanal h ins Freie gelangt. Dabei aber ſtreicht die Mulde desſelben auch über den Kanal d, ſo daß Preßluft aus a durch c in d gelangen kann, wodurch der Schieber B nach links getrieben wird. Dann kann die von ihm verdrängte Luft durch die Kanäle f, b und g ausſtrömen. Nunmehr iſt der Kanal a mit c verbunden und leitet Preßluft auf den Kolben, den ſie nach unten treibt. Dadurch wird der Kanal f mit c oder a verbunden, ſo daß der Kolben wieder Druck von unten erhält und nach oben getrieben wird, worauf ſich das Spiel wiederholt.



821. Leitungsplan des Preßlufthammers. (Zu S. 154.)
a Einſtrömung, g u. h Ausſtrömung.



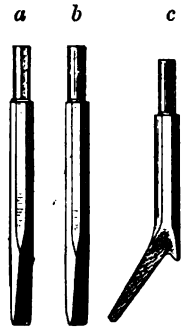
822. Preßlufthammer.

Der Apparat beginnt alſo, wenn mit der Preßluftleitung verbunden, ſeine Thätigkeit ſtets, ſobald der Schieber nicht auf der Mitte ſteht. Es genügt, wenn dies zufällig der Fall ſein ſollte, ein leichtes Klopfen des Apparates, welcher die Preßluft durch einen leicht beweglichen Gummiſchlauch zugeführt erhält, gegen einen feſten Körper, um den Schieber aus dieſer Lage zu vertreiben, worauf die gegenſeitige Einwirkung der beiden einzigen beweglichen Teile, des Kolbens und des Schiebers, ſofort beginnt.

Abb. 322 zeigt den Schnitt eines Preßlufthammers, in welchem der Schieber B herausgeſchoben gezeichnet iſt. A iſt wieder der mit einem Zapfen verſehene Kolben, mit welchem er auf das bewegliche Zwiſchenſtück C hämmert, das unmittelbar auf dem Kopf des hier nicht eingezeichneten Meißels liegt. Die Preßluft wird durch die Öffnung a eingeführt, in welche der Schlauch eingeſchraubt wird. Der ſorgfältig eingeſchliffene Kolben b dient zum einlaſſen der Luft durch einen in der Zeichnung nicht ſichtbaren Kanal und wird durch ein federndes und ſich um den Stift d drehendes Druckſtück mittels der den Griff umſchließenden Hand

Digitized by Google

bethätigt. Er soll weniger zum regulieren der Kraft als nur zum an- und abstellen dienen. Die feine Einstellung wird, dem zur Verfügung stehenden Druck und dem Zweck angepaßt, durch das Schräubchen e bewirkt. Das Werkzeug, ein Meißel irgend einer Art (Abb. 323 a u. b) oder ein Bördeleisen für Blechbearbeitung (Abb. 323c), ist oben meist prismatisch gehalten und paßt zu der unten in den Hammer eingesetzten Büchse (Abb. 322f), welche ein drehen des Werkzeugs verhindert. Der Griff des Werkzeugs, welches etwa 4 bis 5 kg wiegt, liegt in der einen Hand des Arbeiters, der den Schaft in der anderen hält und das Ganze gegen den zu behandelnden Gegenstand drückt. Die Schläge folgen außerordentlich schnell aufeinander und erschüttern den Arm beinahe wie ein Induktionsstrom. Aber der Arbeiter hat auch weiter nichts zu thun, als das Werkzeug richtig zu führen; die Arbeitsleistung besorgt der kleine Kolben. Es ist überraschend, wie gewaltig die schnellen, wenn auch im Verhältnis schwachen Schläge wirken. Der selbst starke Span rollt sich (vergl. Abb. 240 u. 242) mit einer nicht gewohnten Geschwindigkeit ab, und der Arbeiter hat vollauf zu thun, wenn er ihn richtig leiten will. Aber er kann in kurzer Zeit außerordentlich viel leisten, so daß der Apparat überall da am Platze ist, wo es hauptsächlich auf schnelle Förderung der Arbeit der besprochenen Art ankommt.



323. Preßluftwerkzeuge.

Die Arbeit des Schmiedes.

Es gibt wenig so überaus anregende praktische Arbeiten, als die des Schmiedes, sei es nun, daß er, wie wir oben bei den Dampfhämmern und Schmiedepressen beschrieben, jene gewaltigen Massen zu bewältigen, unter dem Hammer zu drehen und zu wenden, also im wesentlichen nur zu kommandieren hat, sei es, daß er mit dem eigenen Hammer die Formveränderungen erwirken muß. Namentlich das letztere erfordert eine große Schnelligkeit der Überlegung und des Entschlusses. „Man muß das Eisen schmieden, wenn es warm ist", lautet das Sprichwort, und beim Schmied steht noch die Überlegung dahinter, daß das Eisen schnell kalt wird und daß jedes unnötige neuwärmen verlorene Zeit bedeutet und Kohlen kostet. Da heißt es denn, flink jeden Schlag zu überlegen. Zu Nebengedanken ist keine Zeit, und der Erfolg, ob gut, oder schlecht, ist sofort zu erkennen. Das aber schärft den Blick, regt im höchsten Grade an und gibt leicht die Befriedigung, welche mit regem Schaffen stets verbunden ist. Der richtige Schmied ist daher stets ein tüchtiger Mensch, mindestens von entschlossenem, meist aber auch von gutem Charakter. Denn ein tüchtiger Schmied muß von Jugend auf Schmied gewesen sein; das Fach ist zu schwer, um nachträglich erlernt werden zu können. Und wer von Jugend auf Freude am schaffen übt, erzieht sich selbst zum braven Menschen. Dazu kommt, daß die Schmiede noch stets ihren Mann ernährt hat. Mit dem schaffen ist also auch Wohlstand verbunden; die Arbeitsfreudigkeit bleibt rege, Neid und Mißgunst finden keine Stätte. Der Schmied ist daher auch wohlwollend, und das gibt den Menschen aus dem Lande, wo Eisen gereckt wird, das eigenartige derbe und biedere Gepräge.

Freilich ist auch hier vieles anders geworden. Wir haben die Einrichtungen kennen gelernt, welche das eigentliche schmieden unnötig machen und an die Stelle des denkenden Handwerkers Arbeiter setzen, welche jahraus, jahrein dieselben Bewegungen zu machen haben, sehr oft ohne jedes Nachdenken, und so selber zur Maschine werden. Da freilich werden nicht jene schönen Eigenschaften erzogen; es ist Zeit genug da, um den Gedanken nachzuhängen, und die Freudigkeit am schaffen hängt nur noch insofern am Erfolge, als die Zahl der gelieferten, ewig gleichen Stücke den Lohn bestimmt.

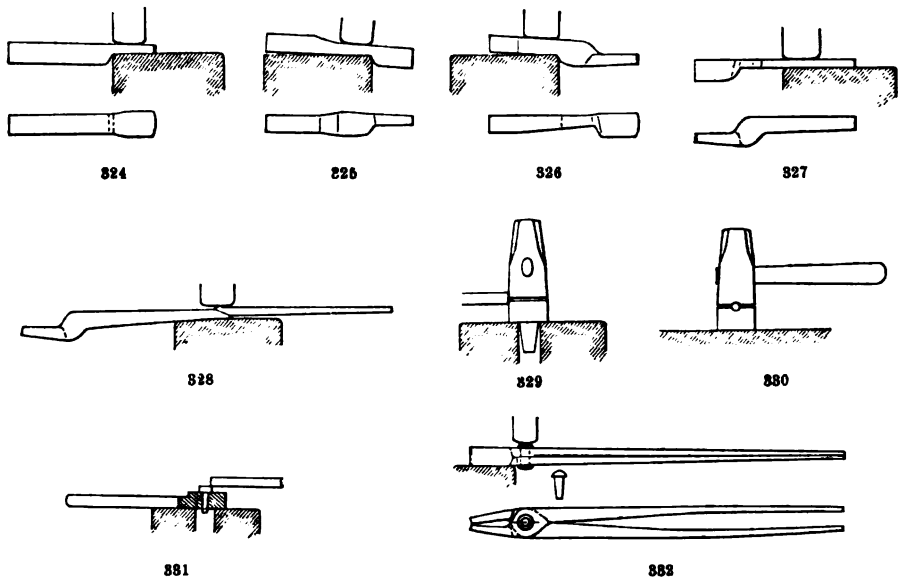
Das Bild wird nicht erquicklich; wenden wir uns wieder dem freudigen schaffen zu, und folgen wir der Arbeit eines echten und rechten Schmiedes.

Er hat (Abb. 324 ff.) eins seiner besten Werkzeuge vor, die Zange, welche neu gefertigt werden soll. Als Hilfsmittel dient ihm der Hammer und der Amboß, zum wärmen das uns bereits bekannte Schmiedefeuer. Sonst finden wir beim echten Schmied

Digitized by Google

wenig und dabei recht einfache Gerätschaften. Ein Schrottbeil (Warmmeißel), ein ähnliches Werkzeug zum abhauen von kaltem Eisen, den Kaltmeißel, das Nageleisen und noch einige Gesenke zum rundstempeln, das ist alles. Es gibt wohl kaum einen Handwerker, der mit einer geringeren Zahl von Werkzeugen auszukommen und doch so vielerlei zu bilden vermag. Der Spezialschmied freilich, welcher nur eine beschränkte Anzahl Schmiedearbeiten liefert, für diese aber auch besonders eingerichtet ist, braucht mehr. Die Formbildung geschieht bei ihm nicht aus freier Hand, sondern mit Hilfe von allerlei Gesenken und besonderen Einrichtungen, wie wir sie in den Beispielen der Kleineisenindustrie kennen lernen werden.

Das Rohstück ist eine Stange Vierkanteisen. Der Schmied macht es gut warm, legt es, kurz mit dem Ende, auf den Amboß (Abb. 324) und flacht es mit einigen kräftigen Schlägen aus. Bei kleinen Stücken ist er selbst imstande, dies auszuführen; in der Regel hat er seinen Zuschläger, meist den Lehrling (Abb. 290), der mit einem schwereren Hammer leicht und schnell die gewünschte Formveränderung schafft.



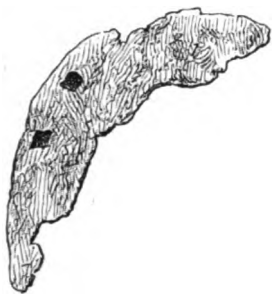
324 bis 332. Schmieden einer Zange.

Dem ansetzen auf der Vorderkante des Amboß folgt nunmehr das absetzen auf der Hinterkante (Abb. 290 und 325), nach winkelrechter Wendung des Schmiedestückes. Dadurch wird das „Maul" der Zange gebildet und zugleich die flache Stelle geschaffen, welche den Bolzen zur Verbindung der beiden Zangenschenkel aufzunehmen hat. Diese abzugrenzen, wird das Schmiedestück in die frühere Lage zurückgedreht (Abb. 326) und wieder auf der Hinterkante abgesetzt. Hierdurch wird der Schaft der Zange abgeformt, welcher dann in der folgenden Operation nach dem Scharnier zu geglättet wird. Das alles kann bei einem flinken Schmied und mäßigen Verhältnissen in einer „Hitz" geschehen, erfordert indessen in der Regel ein geringes nachwärmen der Flächenstelle hinter dem Maul. Dann nimmt der Schmied das Maulende in die Zange und reckt den Schenkel vierkant schlank verjüngt aus, dem Ende (Abb. 327) eine schräge Zuschärfung für die nun vorzunehmende Schweißung gebend. Dies anschweißen ist dann erforderlich, wenn der Schmied die Arbeit umgehen will, das starke Quadrateisen zu einem dünnen Rundstück auszurecken. Er kommt schneller zum Ziel, wenn er ein fertig passendes Stück Rundeisen anschweißt. Dies nun wird kurz warm gemacht und, wie in der Abb. 328 zu erkennen ist, vorbereitet. Dann werden beide Stücke, meist im selben Feuer, gleichzeitig gut schweißwarm gemacht; der Gehilfe nimmt das Stück Rundeisen und fährt damit aus, während der Schmied

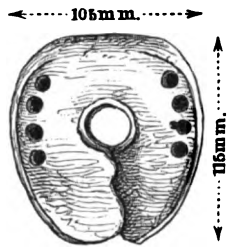
Digitized by Google

das Zangenstück auf den Amboß legt. Gewandt und sicher muß der Gehilfe dann das sprühende Stück auf das Ende des anderen legen — einige schnelle und sichere, zuerst ziemlich leichte und dann kräftigere Schläge, und die Verbindung ist hergestellt. Dann folgt, noch mit derselben Wärme, das glatte behämmern und das lochen. Hiermit ist die eine Hälfte der Zange fertiggestellt. Die andere hat genau dieselbe Form.

Es fehlt nun noch der Niet. Solche sind käuflich im Laden zu haben. Der Schmied zieht es indessen vor, sich denselben selbst zu machen. Hierzu wird irgend ein Abfallstück



333. Bruchstück eines Hufeisens aus dem Grabe Childerichs († 481.)



334. Altpersisches Hufeisen.

335. Hufeisen für kranke Pferdehufe.

verwendet, welches nur wenig stärker zu sein braucht, als der Niet werden soll, falls nicht gerade ein passendes Stück Rundeisen vorhanden ist. Dasselbe wird kurz vorn warm gemacht und unter dem Gesenk (Abb. 329) rundgestempelt — der flinke Schmied bringt das auch ohne Gesenk fertig — nahezu ganz durchgehauen, in das Nageleisen gesteckt, halb umgebogen (Abb. 331) und durch anhämmern des Kopfes fertiggestellt. Noch einmal gewärmt, wird es durch die beiden aufeinander gelegten Zangenhälften gesteckt und mit Gegenkopf versehen. Hierbei werden aber die beiden Hälften zu stark aneinandergepreßt; die Zange geht zu schwer. Da genügen einige leichte Schläge auf den einen der Köpfe, während der andere frei liegt (Abb. 332), und die Zange ist lose und gangbar.

Als ein anderes Beispiel für die Handschmiederei mag die Herstellung des Hufeisens hier noch einen Platz finden.

336. Herstellung des Hufeisens.

Das Geschichtliche über diesen Gegenstand findet der Leser in dem Abschnitt „Nägel" unter „Hufnagel". Obwohl danach der Hufbeschlag ziemlich alt ist, sind doch alle Funde von Hufeisen außerordentlich selten. Es mag dies damit zusammenhängen, daß ein solcher Gegenstand naturgemäß nur sehr selten fortgeworfen, sondern immer wieder von neuem verarbeitet wurde, so daß es sich meist nur um verlorene Stücke handeln kann.

Als ältestes Stück wird eine runde Eisenscheibe (Abb. 333) angesehen, welche in dem Grabe Childerichs († 481) gefunden worden ist, jedoch von Lindenschmitt für einen Schildbuckel gehalten wird. Die Größe spricht allerdings für letzteres, während die Scheibenform keinen Einwand darbieten würde. Abb. 334 zeigt ein altpersisches Huf-

Digitized by Google

eisen, Eigentum des Herrn Dr. Ludwig Beck*), welches auch Scheibenform zeigt. Und in der Abb. 335 ist ein Hufeisen dargestellt, wie es heute noch für kranke Pferdehufe verwendet wird.

Die Herstellung des Hufeisens ist aus der Abb. 336a—f zu erkennen. Das Rohstück a wird an dem einen Ende, b, gebogen, dann, c, mit der Nagelnut versehen, fertig gebogen, d, und erhält dann auf der anderen Seite, e, die Nagelnut, in beiden Fällen gleichzeitig mit den Nagellöchern. Dann werden die Stollen angebogen und endlich der Hufhaken, f, womit die Arbeit beendet ist.

Neuerdings werden die Hufeisen mechanisch, unter dem Fallhammer fertiggestellt, nachdem sie meistens von Hand vorgebogen worden.

Diese beiden Beispiele müssen leider genügen, um die trotz der so einfachen Mittel außerordentlich vielseitige Thätigkeit des Schmiedes zu erläutern. Der Raum gestattet nicht, näher auf die interessanten Leistungen dieses Handwerkes einzugehen.

Der Schutz und die Verschönerung der Oberflächen.

Neben seinen vorzüglichen Eigenschaften, die das Eisen zum technisch wertvollsten aller Metalle machen, besitzt dasselbe bekanntlich die schlechte, der Einwirkung feuchter Luft gegenüber außerordentlich wenig Widerstandskraft zu zeigen, leicht zu rosten. Unter dem Einfluß der Feuchtigkeit und Kohlensäure**) verbindet es sich mit dem Sauerstoff der Luft, überzieht sich mit einer lockeren Schicht, dem Rost, die sich zum Teil aus dem Material der Oberfläche selbst bildet, also dieselbe angreift und immer weiter frißt, bis endlich das ganze Stück durch und durch in eine braune lockere Masse verwandelt ist. Selbst tief in die Erde, in das Mauerwerk, dringen Luft und Feuchtigkeit ein. Wir finden aus diesem Grunde weder in der Erde, noch selbst in alten Mauern metallisches Eisen vor. Nur die Meteorsteine weisen natürliches Eisen auf. Dies ist auch der Grund, weshalb man, mit ganz seltenen Ausnahmen, keine eisernen Gegenstände aus der Vorzeit findet, während Steinwerkzeuge von dem Vorhandensein, und Bronze-, Gold- und Silbergeräte von der Kunst des Urmenschen zeugen. — Das älteste Stück Eisen, welches wir besitzen, ist ein sichelartiges Werkzeug aus Eisen, welches man in einer Pyramide gefunden hat, und dem man ein Alter von dreitausend Jahren zuschreibt. Der Mensch wußte also damals schon und sicher noch viel früher das Eisen zu erzeugen und zu behandeln, nicht aber zu schützen, und spurlos gingen die damaligen Produkte der Eisenindustrie verloren. Denn eine Industrie muß sich schon bald entwickelt haben. Keulen, Bogen und Pfeile, auch wohl die primitivsten Steingeräte, konnte sich wohl ein jeder fertigen. Die Erzeugung des Eisens aber ist eine Kunst und ebenso die Verarbeitung desselben. Schon der an die Fundstätten gebundenen Örtlichkeit wegen konnte diese Kunst nicht in jedermanns Hand sein. Es bildeten sich seßhafte Künstler heran, welche anderen ihre Erzeugnisse, sicher gegen Entgelt, lieferten, und das gibt eben eine Industrie.

Ob nun unsere eisernen Erzeugnisse dem Zahn der Zeit zu trotzen geeignet sind? Kaum. Die Mittel, welche uns heute zur Erhaltung zu Gebote stehen, beziehen sich knapp auf Jahrhunderte, und die Jahrtausende werden unsere Produkte der Eisenindustrie ebenso wehrlos finden, wie die unserer Urvorderen. Anders würde es sein, wenn es uns gelingen würde, das Eisen durch Legierung widerstandsfähiger zu machen.

Schutz und Verzierung der Oberflächen sind kaum voneinander zu trennen. Der Schmied wischt, im einfachsten Fall, seine Erzeugnisse mit Öl ab. Das rosten wird auf längere Zeit gehindert, und die Ware sieht auch besser aus. Was Haupt- und was Nebenzweck ist, kommt selten zum Bewußtsein.

Haltbarer als Öl ist der Firnis, gekochtes Leinöl, oft mit Sikkativ (Leinöl mit Bleiglätte eingekocht) versetzt, welcher durch trocknen einen widerstandsfähigen Bezug

*) S. Beck, S. 877, wo gleichzeitig eine sehr ausführliche geschichtliche Abhandlung über das Hufeisen zu finden ist.

**) Vergl. die eingehende Abhandlung von Dr. Julian Treumann, „Stahl u. Eisen" 1898, Nr. 19, Seite 882 u. f.

Digitized by Google

bildet. Derselbe wird häufig mit Farbstoffen, wie Graphit, Eisenoxyd, Mennige u. s. w., angerieben und bietet den Atmosphärilien dann noch mehr Widerstand.

Dies gibt die Grundlage für den Schutz durch *Anstrich*. Soll das Aussehen bevorzugt werden, so tritt der glänzende *Lack* ein, ein Harz in Spiritus, Terpentin oder in irgend einem Äther gelöst. Das Material trocknet schnell und liefert einen besseren Glanz, als der Firnisanstrich. Ist die Oberfläche an sich schon eben, so wird auch der Lack an sich bereits schön glatt sein. Wird also auf das Aussehen besonderer Wert gelegt, so bearbeitet man die Oberfläche vor dem Anstrich durch feilen, schleifen oder schmirgeln. Sind die Unebenheiten zu groß, so schickt man dem Anstrich das *spachteln* voraus: man füllt die Vertiefungen mit Kitt — Firnis, mit Schlemmkreide, Bleiweiß u. s. w. angerieben — aus, trocknet und schleift mit Sandpapier, Schmirgel u. s. w. ab.

Die Widerstandsfähigkeit des Lackes wird durch *trocknen* in erhitzten Räumen wesentlich erhöht. Für Nähmaschinen, Fahrräder, Blechgeschirre hat man gemauerte Kammern, welche durch ein darin brennendes oder durchziehendes Feuer, in der Neuzeit häufig Gasflammen (Bunsenbrenner), auf 100 bis 150 Grad gehalten werden, worin dann die Gegenstände mehrere Stunden verweilen müssen. Dann wird abgerieben, wieder lackiert und — „gebrannt", wie man das trocknen im Ofen wohl nennt, und so bei mehrmaliger Wiederholung ein prächtig glänzender, sehr widerstandsfähiger Bezug geschaffen, wie man ihn heute bei den Objekten der Kleineisenindustrie gewohnt ist. Man nennt diese Operation vielfach: „*emaillieren*". Dies ist aber ein technischer Reklameausdruck; emaillieren ist etwas anderes. Man sollte, um die sorgfältige und wertvolle Lackierarbeit von der gewöhnlichen zu unterscheiden, den Ausdruck Lackemaille oder, deutsch, *Brennlack* — um die Wirkung des Trockenofens einzuschließen — brauchen.

Zu diesem lackieren tritt in den allermeisten Fällen noch das *verzieren* durch Malerei und Druckerei. Das Werkzeug hierzu ist in erster Linie der Pinsel. Randverzierungen, Arabesken, auch Firmen u. s. w. werden von Hand mit Farbe oder Bronze — fein gestampftes Gold, Bronze, Silber, Zinn — aufgetragen, getrocknet und lackiert. Auch Perlmutterstückchen werden eingesetzt und so oft herrliche Verzierungen geschaffen.

Bei unserer heutigen Massenfabrikation spielt das *Druckverfahren* auch für diese Zwecke eine große Rolle. Entweder werden Stempel mit den gewünschten Verzierungen, Bezeichnungen u. s. w. gefertigt, gefettet und aufgedrückt und so eine klebrige Oberfläche geschaffen, welche die dann aufgebrachte Bronze festigt — oder man benutzt das bekannte Abziehverfahren. Die Bilder werden auf dünnes Löschpapier etwas fett gedruckt, mit der Vorderseite auf den Lack gelegt und nach dem befeuchten abgezogen. Die fette Farbe bleibt dann haften.

Das *eigentliche emaillieren* besteht in der Herstellung eines glasartigen Bezuges und wird mehr für Geschirre, Topfware, Schüsseln u. s. w. aus Blech verwendet.

Ein Glas entsteht bekanntlich durch Zusammenschmelzen von Kieselsäure mit mindestens zwei Basen. Kieselsäure liefert die Natur in Form reinen weißen Sandes. Als Basen braucht man Kalkerde, Bleiglätte, Kali, Natron, Magnesia u. s. w. Kalk macht das Glas schwer-, Blei macht es leichtflüssig. Kieselsäure läßt sich durch Borax ersetzen — wie in dem Kapitel „Schweißen" bei Besprechung der Schweißmittel besprochen worden — welches eine wesentlich leichter schmelzbare Glasart gibt. Alles dies bildet eine farblose klare Schmelze. Die Farben liefern die Metalloxyde: Zinn weiß, Kobalt blau, Chrom grün, Eisen braun und grau, Gold rot u. s. w., welche in Pulverform hinzugesetzt und durch weiteres feinstes zerreiben oder schlemmen innig gemengt werden und entweder unmittelbar als suspendierte Bestandteile (Zinnasche z. B. färbt weiß) oder nach ihrer Lösung färben.

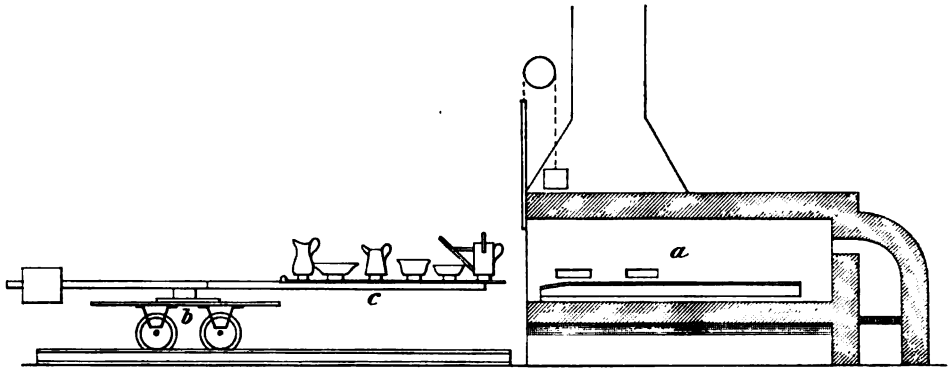
Das zu emaillierende Blech muß nun, bevor die Emaille aufgetragen wird, metallisch rein gemacht werden. Es geschieht dies durch beizen in einer verdünnten Säure, Salz- oder Schwefelsäure, selbstverständlich nach vorheriger möglichster mechanischer Säuberung.

Nun folgt das auftragen des einfarbigen Grundes — wobei es oft sein Bewenden hat — dann das brennen, also ganz ähnlich wie bei dem Brennlack. Nur ist hier eine

Digitized by Google

wesentlich höhere Temperatur erforderlich, nämlich Rotglut, in welcher die Emaille sicher schmilzt und sich zu einem gleichmäßigen glasartigen Bezug verteilt.

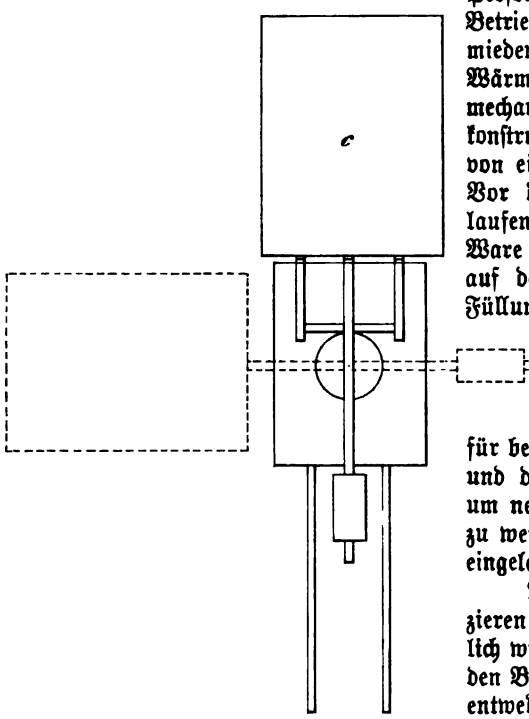
Als Glasmasse, welche indessen oft viel schwerflüssiger genommen wird, wird eine Mischung von 100 Quarzsand, 55 Borax und 10 Bleiweiß angegeben. Die Deckmasse,



337. Emaillierofen. (Schnitt.)

der zweite Überzug, besteht in der Regel aus Zusammensetzungen, wie z. B. 100 Quarzmasse, 49 Borax, 88 Zinnasche, 44 calc. Soda, 29 Salpeter und 14 gebrannte Magnesia.

Das einsetzen in den Ofen geschieht meist von Hand. Der Ofen muß natürlich zu diesem Zweck so weit abgekühlt worden sein, daß diese Arbeit ohne Schaden für das Personal vollzogen werden kann. Bei großem Betrieb muß der Verlust an Zeit möglichst vermieden werden, womit auch an verlorengehender Wärme gespart wird. Man hat aus diesem Grunde mechanische Einsatzvorrichtungen (Abb. 337 u. 338) konstruiert. Wir sehen in a den Ofen, welcher von einer durchschlagenden Flamme geheizt wird. Vor demselben befindet sich ein auf Schienen laufender Wagen b, welcher ein zur Aufnahme der Ware dienendes drehbares Rahmenwerk trägt, auf dessen Ende eine Platte c liegt. Behufs Füllung wird das den Tisch tragende Rahmenwerk seitlich (Abb. 338) gedreht und mit den zu brennenden Sachen bepackt, dann zurückgedreht und vorgeschoben. Hierbei legt sich das Rahmenwerk auf hierfür bestimmte Leisten an den Wänden des Ofens, und der Wagen kann leer zurückgerollt werden, um neu mit einer Platte und der Ware beladen zu werden, während das einbrennen der soeben eingelegten Ware erfolgt.



338. Emaillierofen. (Grundriß.)

Dem ersten Brand folgt das weitere verzieren und bemalen. Der Stoff hierfür ist natürlich wieder eine Emaille, vermischt mit den färbenden Bestandteilen, welche, wie bei dem Brandlack, entweder künstlerisch von Hand mit dem Pinsel aufgetragen oder mit Hilfe des Druck- oder Abziehverfahrens aufgebracht werden.

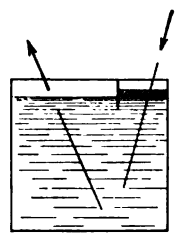
Eine wesentliche Rolle spielt beim emaillieren der Ausdehnungskoëffizient des Glasflusses in Bezug auf den des zu überziehenden Metalles. Beide sollen möglichst gleich sein, weil der Bezug sonst leicht abspringt. Dies ist nur durch richtige Mischung und

Digitized by Google

namentlich durch Zusätze zu erreichen, auf welche die Fabrikanten großen Wert legen und welche sie meist geheim halten.

Die bisher besprochenen schützenden und verzierenden Bezüge bilden einen mehr oder weniger leicht zu entfernenden Belag, welcher an sich mit dem Metall nichts zu thun hat. Sie genügen daher den Anforderungen, welche man an einen dauerhaften Schutz stellen muß, vielfach nicht. Man wendet sich deswegen oft an solche Bezüge, welche eine mehr oder weniger innige Verbindung mit dem Metall selbst eingehen. Hierzu führen die metallischen und die chemischen Bezüge. Dahin gehören das verbleien, verzinken, verzinnen; ferner das galvanisieren und plattieren. Die chemischen Bezüge führen den Namen beizen, brünieren, bläuen, oxydieren und Inoxydation, wozu dann noch die Oberflächenhärtung tritt.

Verbleien, verzinken und verzinnen haben eine große Ähnlichkeit in der Ausführung miteinander. Sie erfordern einen meist aus Eisen, heute vielfach aus Stahlguß gefertigten Schmelzkasten, welcher über einer Feuerung eingemauert ist und das Metallbad enthält. Um das geschmolzene Metall gegen Oxydation zu schützen, was namentlich bei Blei und Zink erforderlich ist, bedeckt man die Oberfläche, oder (Abb. 339) einen Teil derselben, mit Kohlenpulver, oder einer Schmelze aus Salmiak mit Kolophonium, oder auch mit Palmöl. Die sorgfältig — wie vor dem emaillieren — gereinigten und gebeizten Bleche oder Waren werden dann sehr gleichmäßig eingetaucht und ebenso wieder herausgezogen. Manchmal, namentlich beim verzinnen, kühlt man sie gleich darauf durch eintauchen in Wasser ab. — Platten werden, wie Abb. 339 zeigt, an einer anderen Stelle herausgezogen, zu welchem Zweck das Bad, wie angegeben, durch eine Brücke an der Oberfläche in zwei Teile getrennt wird. — Bandartige Körper werden kontinuierlich behandelt, ähnlich wie wir es bei der kontinuierlichen Härtung (Abb. 264) gefunden haben.



339. Verzinnen.

Eine sehr beliebte Verschönerung verzinnter und auch verzinkter Bleche ist das Metallmoiré. Das Verfahren wurde durch Allard in Paris 1814 eingeführt. Die Figuren des Moiré — Wässerung — beruhen darauf, daß das flüssige Metall beim erkalten in Krystallen anschießt, die um so größere Figuren bilden, je langsamer die Erkaltung vor sich geht. — Sie sind indessen nicht ohne weiteres sichtbar, sondern von einem feinen Häutchen überzogen, und treten erst hervor, nachdem dieses entfernt worden. Dies geschieht leicht durch beizen mit einer geeigneten Säure, für Zinn und Zink Salzsäure.

Als Beize und gleichzeitig zum ablöschen wird auch eine Flüssigkeit empfohlen, welche aus 4 Teilen Wasser, 2 Zinnchlorid, 1 Salpetersäure und 2 Salzsäure besteht.

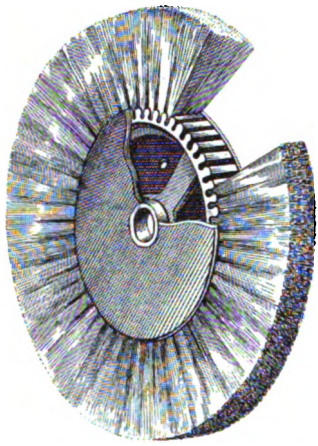
Man wird wohl bei allen geflossenen Metallen derartige Figuren hervorrufen können. Am schönsten zeigen sie sich bei recht reinem Zinn, und zwar um so kräftiger, je stärker der Bezug ist. Durch rasche oder ungleichmäßige Abkühlung hat man es in der Hand, die Muster zu ändern. Man erhitzt das Blech oder das Gefäß, bis das Metall anfängt zu schmelzen, und taucht es rasch, bei Blechen unter schräger Führung, ins Wasser. Es entsteht dann ein feines granitartiges Moiré. Spritzt man das Wasser, anstatt einzutauchen, mit einem Besen oder einer Brause u. s. w. tropfenweise auf, so entsteht unter jedem Tropfen ein Krystallisationszentrum und damit ein sternförmiges Gebilde. Läßt man die Tropfen durch entsprechende Neigung der Platte abfließen, so zeigen sich krause Streifen. Ein heißer Lötkolben, mit der Spitze auf das kalte Blech gehalten, bringt das Metall dort zum schmelzen, und es erscheint nach dem erkalten und beizen ein strahliger Stern. Übergeht man das Blech mit dem Lötkolben in einer Linie, so entsteht ein Krystallisationsstreifen mit ährenförmiger Zeichnung. Auf diese Weise kann man Kränze und andere entsprechende Figuren hervorbringen.

Nach dem abkühlen und beizen spült man die Fläche noch gut ab und überwischt sie mit Ätzkali, um die letzte Spur einer Oxydschicht zu entfernen, worauf man sie fein lackiert. Dadurch wird die Fläche gegen die Wirkung der Luft geschützt und erhält außerdem ein noch besseres Ansehen. Natürlich dürfen moirierte Bleche nur noch vorsichtig mit hölzernen Hämmern behandelt werden. Eine kräftigere Behandlung, treiben oder drücken, würde die Figuren verderben.

Digitized by Google

Das galvanisieren ist ein elektrisches Verfahren und ist in Wilkes „Elektrizität" eingehend behandelt worden. Die Ware wird wieder mechanisch und chemisch mit großer Sorgfalt gereinigt — dekapiert — und als negativer Pol (Kathode) in das Metallbad gehängt, eine Lösung eines Salzes des betreffenden Metalles. Den positiven Pol, die Anode, bildet eine Metallplatte meist des niederzuschlagenden Materials. Dasselbe überzieht die Ware und bildet, wenn dies langsam genug geschieht, einen mehr oder weniger feinen Belag. Die Haftung desselben ist um so sicherer, je reiner die Oberfläche der Ware war und je langsamer der Niederschlag erfolgte. Im anderen Falle läßt sich derselbe ablösen oder blättert auch von selbst ab. Aus diesem Grunde wird die Ware häufig während des Vorganges herausgenommen und mit einer Messingbürste, von Hand oder mechanisch, gebürstet. In der Neuzeit hat man hierzu (Abb. 340) Bürsten, bei denen die Borsten ausgewechselt werden können.

Bei einigen Metallen wendet man einen Zwischenbezug an. Messing, auch Kupfer werden zuweilen erst fein verquickt — in eine Lösung von Quecksilberchlorid gehängt — um vergoldet zu werden. Stahl und Eisen werden vor dem vernickeln oft erst verkupfert, und bei Zinn oder Lötstellen haftet überhaupt zuerst kaum ein anderes Metall als Kupfer, so daß hier die Verkupferung stets einer anderen Galvanisierung vorhergehen muß.



340. Rotierende Bürste mit auswechselbaren Einsätzen.

Die Oberfläche der so behandelten Ware wird um so schöner, je schöner sie vor dem galvanisieren war. Erst ein sehr starker Bezug, wie er z. B. bei kräftiger Vernickelung erzeugt wird, gestattet und erfordert ein nachpolieren. Dies geschieht zuweilen von Hand mit der Bürste, dem Putzlappen, mit Hilfe von Schlemmkreide oder Polierrot. Beide Körper werden in der Neuzeit vielfach mit Talg zu einer Paste zusammengeschmolzen, was zu einer sehr sparsamen und bequemen Verwendung führt. Größere Anlagen verwenden die rotierende Bürste oder die Lappenscheibe, welche, wie die erstere, auf eine sehr schnell rotierende Achse gesetzt wird.

Hierher gehört auch ein noch sehr wenig bekanntes Verfahren, welches bunte Farben auf blanken Metallflächen liefert, freilich weniger zum Schutz als zur Verzierung. Der Operation muß also ein gutes lackieren folgen. Die Objekte — auch polierter Stahl eignet sich hierfür recht gut — werden in eine Metallösung gelegt und an beliebigen Stellen mit den Polen eines schwachen elektrischen Elementes berührt. Es bilden sich sofort regenbogenfarbige Ringe, pfauenaugenähnliche Flecke, welche von lemniskoidenartigen Linien umgeben oder miteinander verbunden sind. Die Figuren werden mathematisch genau und entsprechen nach den Untersuchungen des Prof. Dr. Holzmüller genau dem Gesetz, wonach die Wirkung des Stromes mit dem Quadrat der Entfernung abnimmt.

Das plattieren, welches namentlich mit Nickel geschieht — im Gegensatz zum vernickeln: nickelplattieren — ist ein Schweißverfahren. Die Metalle, Flußeisen und Nickel, werden in verhältnismäßig kleinen und dicken Platten aneinander geschweißt und dann zu Blech ausgewalzt, genau wie wir es beim verstählen (Abb. 285 c, d, e) kennen gelernt haben. Das schweißen erfordert hier besonders große Vorsicht und wird namentlich, als geheimgehaltenes Verfahren, von der Firma Fleitmann & Witte, Menden bei Schwerte in Westfalen, durchgeführt. Die nickelplattierte Ware wird also stets aus fertig plattiertem Blech hergestellt, im Gegensatz zur vernickelten Ware. Sie ist außerordentlich haltbar und im Haushalt sehr beliebt, freilich auch wesentlich teurer. Besonders bevorzugt sind die Kochgeschirre als haltbar und elegant.

Die chemischen Bezüge beruhen auf der Bildung eines schützenden Bezuges aus dem Material der Oberfläche selbst, durch Herstellung neuer Verbindungen.

Oft sind es Geheimverfahren. Beliebt, namentlich in der Gewehrfabrikation, ist das brünieren. Die Gegenstände werden, immer nach sorgfältiger Reinigung, mit Antimon-

Digitized by Google

butter — Antimonchlorid — bestrichen, gleichmäßig berieben und warm getrocknet. Durch Wiederholung dieses Prozesses erhält man jenen nicht unschönen und sehr haltbaren, namentlich naturgemäß sehr roſtfesten Bezug. Es ist ja eigentlich ein künstliches rosten.

Beim bläuen spielt das verkupfern eine Rolle. Kupfervitriol, mit Sublimat gemischt, bildet die Grundlage der betreffenden Rezepte. Das bestreichen oder verreiben wird, mit Warmtrocknung durchsetzt, oft wiederholt. Die Farbenbildung ist hier vielleicht auf die „Farben dünner Blättchen" zurückzuführen, da die Kupferfarbe gar nicht zur Geltung gelangt, die freilich vielleicht auch durch das Quecksilber modifiziert wird.

Bläuen wird auch durch einfaches anlassen bewirkt, ein Verfahren, welches bei Besprechung des härtens eingehend erläutert worden ist. Der Überzug ist indessen wenig roſtfest.

Hieran schließt sich das Verfahren von Barff & Bower*), bei welchem die guß- oder schmiedeeisernen Gegenstände in einem Ofen den glühenden Abgasen eines Generatorofens ausgesetzt werden, bis sie eine Temperatur von 800—900° angenommen haben, was der Rotglühhitze entspricht. Nunmehr wird der Flamme mehr Luft gegeben und dadurch die Oxydationsperiode eingeleitet, wodurch sich das Eisen mit einer Schicht von Eisenoxyd bedeckt, was 15—20 Minuten fortgesetzt wird. Diese Schicht wird in der nun folgenden Periode, während welcher die Flammgase durch entsprechende Minderung der Luftzufuhr reduzierend gehalten werden, in den folgenden 20—30 Minuten zu Eisenoxyduloxyd reduziert, während welcher Periode auch die Temperatur sinkt. Dann wird der Zutritt der Gase abgeschlossen und die Kammer erst geöffnet, wenn die Temperatur auf etwa 200° zurückgegangen ist. Die so entstandene Oxydschicht kann, nach Bedarf, durch Wiederholung der Oxydation und Reduktion verstärkt werden.

Die Haltbarkeit dieses Bezuges wird stellenweise recht gelobt. Das Verfahren hat in Deutschland keinen Boden gewinnen können, während es in Amerika in großem Maßstabe angewendet worden ist.

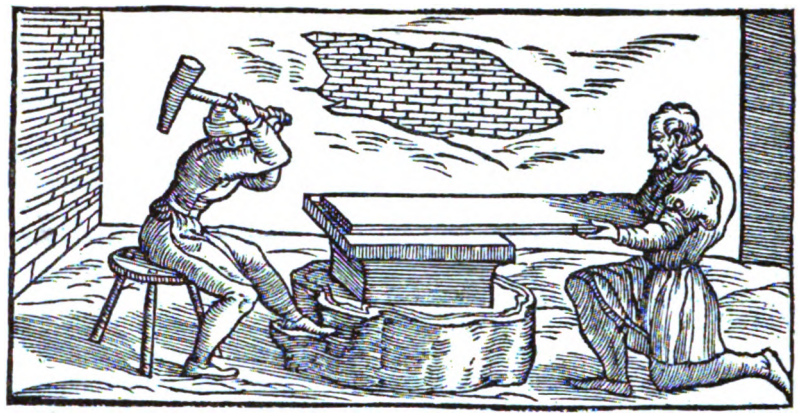
Ein anderes Verfahren, de Meritens**), bewerkstelligt die Oxydation auf elektrischem Wege, indem das zu schützende stählerne Objekt — mit Schmiedeeisen und Gußeisen gelingt es nicht — in einem Wasserbade von 70—80° einem nicht zu starken galvanischen Strom unterworfen wird, der das Wasser zersetzt und den Sauerstoff zum Stahl gelangen läßt.

Endlich gehört hierher noch der Gesnersche Roſtschutzprozeß***). Bei diesem werden die Gegenstände in eine Retorte gebracht, welche auf 550—650° erhitzt worden ist. Nach etwa 20 Minuten läßt man 35 Minuten lang Dampf einströmen, welcher sich an dem rotwarmen Eisen zersetzt und die gewünschte Oxydschicht bildet. Zum Schluß wird eine kleine Portion Naphtha in die Retorte gegeben, worauf abermals Dampf, 10 Minuten lang, eingelassen wird. Das Naphtha wirkt kohlend, so daß eine kombinierte, oxydierende und kohlende Wirkung erzielt wird.

Auch die Oberflächenhärtung liefert widerstandsfähige Bezüge. — Setzt man gut und sauber bearbeitete Stahl- oder Eisenwaren, in Kohlenpulver verpackt, längere Zeit — es genügt eine halbe Stunde — der Rotglut aus, so findet ein kohlen der Oberfläche, ein zementieren statt, und die Gegenstände erhalten ein gleichmäßig graues, nicht unschönes Aussehen. Nimmt man statt Kohlenpulver Sägemehl, so wandelt sich auch dies in Kohle um und wirkt, unterstützt durch die sich bildenden Gase, zementierend. Die Oberfläche erscheint mehr oder weniger fein gekörnt, abhängig von der Feinheit der Sägespäne. Indessen werden diese beiden Verfahren, wenig gekannt, selten verwendet. Dagegen ist das abbrennen mit gelbem Blutlaugensalz recht beliebt, welches den Gegenständen ein blumiges, schelberiges Aussehen und — wie auch die beiden eben genannten Verfahren — eine gute Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Einflüsse erteilt. Werkzeuge aller Art, bei denen auf gutes Aussehen und Haltbarkeit Wert gelegt wird, werden häufig in dieser Weise behandelt.

*) „Stahl und Eisen", 1884 S. 98.
**) „Stahl und Eisen", 1886 S. 628.
***) „Stahl und Eisen", 1891 S. 953.

Digitized by Google



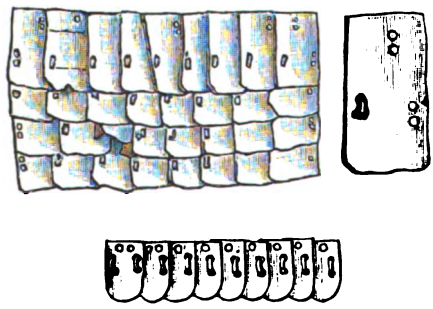
341. Blechschlägerei zu Anfang des sechzehnten Jahrhunderts. Nach Biringuccio.

Spezieller Teil.

Die wichtigsten Zweige der Stahlwaren- und Kleineisenindustrie.

Die Herstellung der Blechgebilde.

Das Blech war zuerst Treibarbeit, wurde nur aus weicheren Metallen, Silber, Gold, Kupfer und Zinn, gefertigt und in den alten Zeiten vielfach zum Schutz, als Panzer, Schild, statt des Leders verwendet. Die größere Widerstandsfähigkeit des Eisens führte dann zur Herstellung von mit Plättchen belegten ledernen Wamsen, aus denen sich der Schuppenpanzer (Abb. 342) herausbildete. Diese Fertigkeit vervollkommnete sich zum treiben, was schon im Altertum zu einer hoch beachtenswerten Kunst geführt hat. Wir denken an die kunstvollen Schilde und Harnische, welche allerdings zuerst aus Erz gefertigt wurden. Eiserne Helme sind erst von Camillus eingeführt worden, wie denn wohl die Römer die ersten waren, welche die Kunst, Eisen für derartige Zwecke zu treiben, übten. Abb. 343 stellt einen römischen Helm dar, gefunden zu Niederbiber, jetzt in der Sammlung Neuwied. Ein staunenswertes Stück dieser Art zeigt Abb. 345, einen bei Stuttgart gefundenen Helm, welcher, um die Widerstandsfähigkeit zu erhöhen, mit Locken verziert ist, wie man sie auch vielfach aus diesem Grunde einfach rippte.



342 Römische Schuppenpanzer.

Das eigentliche Blech indessen datiert wohl erst seit Einführung der Wasserhämmer, da das treiben größerer Flächen wegen der schnellen Abkühlung sehr schnell und mit großer Kraft vor sich gehen muß, und wird nicht viel vor dem Jahre 1500 liegen. Einen weiteren großen Vorschub leistete das verzinnen, welches in Deutschland erst im 16. Jahrh. größere Verwendung erlangte, obwohl diese Operation nach den Berichten von Theophrast bereits von den Athenern geübt wurde.

Einen interessanten Beleg hierfür bildet das Privilegium, welches im Jahre 1551 Kaiser Ferdinand dem steirischen Landeshauptmann Freiherrn Hanns von Ungnad erteilte, nach welchem er zu Waltenstein eines oder mehrere Hammerwerke einzurichten, in denselben schwarzes Blech zu schlagen, verzinnen zu lassen und damit ungehindert Handel durch 20 Jahre zu treiben berechtigt wurde.

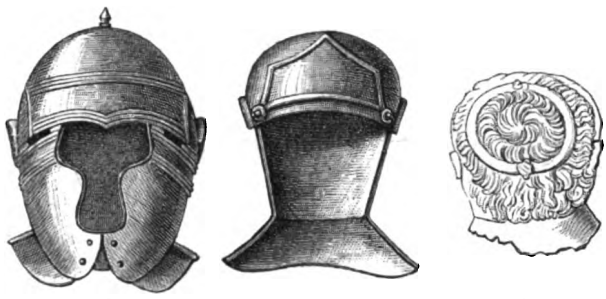
Den größten Fortschritt aber machte die Blechfabrikation nach der Einführung des walzens.

Die Herstellung des Feinbleches ist unter dem Kapitel „Walzen“ eingehend erörtert worden. Indessen hat es die heutige Blechverarbeitung nur in verhältnismäßig wenigen

Digitized by Google

Fällen mit dem auf diese Weise erzeugten Schwarzblech zu thun, als namentlich mit dem bereits erwähnten Weißblech, welches durch verzinnen des Schwarzbleches hergestellt wird. Dieser Vorgang fand in dem Abschnitt: „Verschönerung der Oberfläche" eingehende Beachtung.

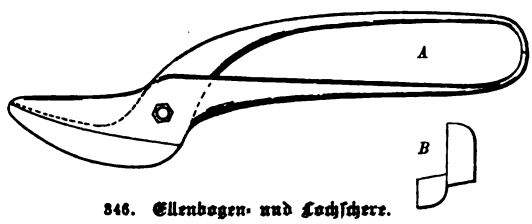
Die Werkstatt, in welcher Feinblech — im Gegensatz zu dem starken Eisenblech der Kesselschmiede und des Kran- und Brückenbaues — verarbeitet wird, ist ursprünglich die Klempnerei. Doch hat sich hier die Verarbeitung des Schwarzbleches herausgezogen und in oft recht große Spezialfabriken begeben, wie namentlich zu Kochherden, Ofenrohren und -Knieen und Geschirren aller Art, welche letztere die frühere Topfgießerei längst verdrängt haben. Aber alle diese Arbeiten gehören eigentlich in das Gebiet der Klempnerei, welche auch über alle die hier gebräuchlichen Maschinen verfügt. Solche haben auch hier, wie überall, sich neben die ursprünglichen einfachen Geräte, Schere, Hammer und Lötkolben, gestellt, und so spielte sich der uns schon mehrfach begegnete Vorgang ab: Unterstützung des Handwerkzeugs, ganz wesentliche Vervollkommnung der Leistungen und Verdrängung der Handfertigkeit. Was früher die volle Geschicklichkeit des Meisters erforderte, fertigt heute die Arbeiterin an der Maschine in weit höherer Vollendung.



343 344 345

343 bis 345. Römische Helme.
343 gefunden zu Niederbiber, 344 gefunden zu Osterburken, 345 gefunden bei Stuttgart.

Das erste Werkzeug für Blechbearbeitung*) ist die Schere. Dieselbe (Abb. 346 u. 347) zeigt sehr verschiedene Formen, je nach dem Orte der Verwendung. Hier spielen Mode und Gewohnheit ihre bekannte Rolle. — Alle diese Scheren haben die Eigenheit, den Winkel mit dem öffnen zu vergrößern; die Spitze der Schere schneidet unter einem kleineren Winkel, als nach dem Gelenk zu, also da, wo sie mit großer Kraft arbeiten soll. Wenn aber dieser Winkel über ein gewisses Maß hinausgeht, dann hat das Material Neigung, zurückzugleiten. Man hat sich daher bemüht, Scheren zu bauen, welche einen konstanten Winkel besitzen. Abb. 348 zeigt eine solche Schere, bei welcher dieser Zweck durch eine sinnreiche Vorrichtung erreicht worden ist.



346. Ellenbogen- und Lochschere.

Bei dieser eigenartigen Kombination hat das eine Blatt a keinen Griff, sondern lehnt sich an den Schenkel b, durch ein Stiftchen mit Kopf in einem Schlitz geführt, an. Dieser Schenkel b dreht sich um einen Zapfen, der sich an dem Endpunkt des Schenkels c befindet, welcher die Gegenschneide trägt. Der Erfolg dieser Zusammenstellung ist ein nahezu ganz konstanter Schneidewinkel, welcher bis zuletzt einen festen Schnitt gibt.

Die Biegung der Nummer 19 in Abb. 347 hat den Zweck, beim schneiden von Tafelblech besser frei zu kommen, als es die Form der gewöhnlichen Scheren, hinter der Schneide, erlaubt. Neuerdings ist man noch weiter gegangen und hat der Schere (Abb. 346) einen richtigen Knick gegeben, so daß der abgetrennte Blechstreifen ganz frei durchgehen kann, auch ohne daß die Hand gehindert wird. Auch die Hübnerschere (Abb. 348) hat diese angenehme Eigenschaft.

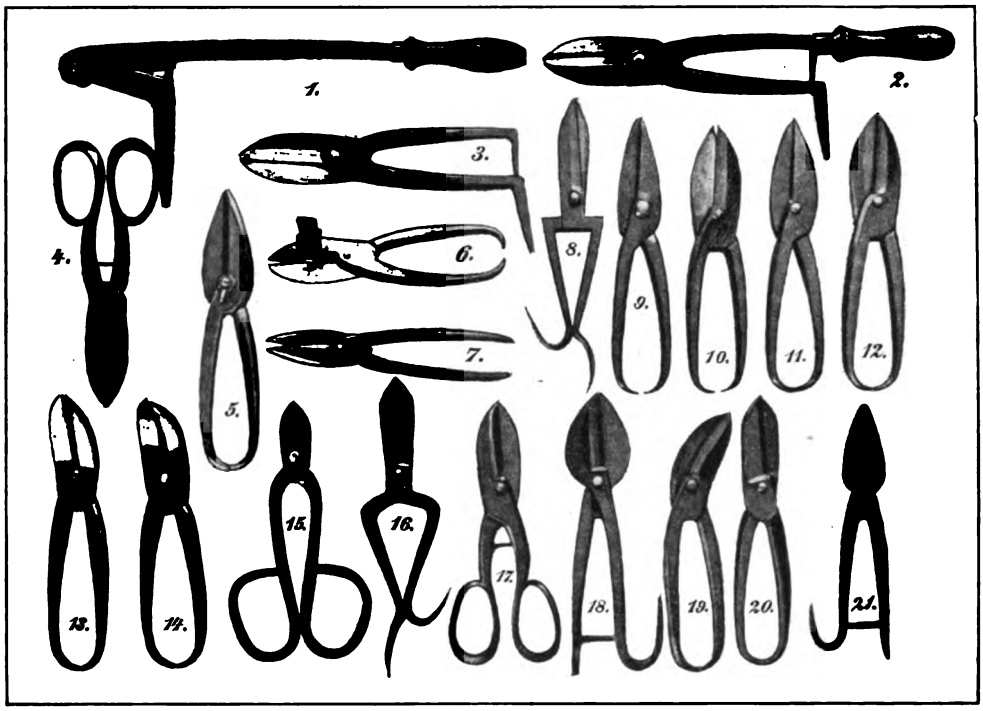
Um Löcher im Blech ausschneiden zu können, formt man die Unterschneide spitz und nimmt das Material (Abb. 346 B) unten fort, so daß man mit derselben in ein in die Blechtafel getriebenes Loch leicht einfahren und dasselbe rund ausschneiden kann. Diese

*) Siehe auch die am Schlusse dieses Abschnittes befindliche Abhandlung: „Die Klempnerei".

Digitized by Google

Scheren haben in der Regel eine ähnliche Form, aber einen wesentlich kleineren Kopf, und sind zuweilen mit einem spitzen Dorn versehen, welcher in das Blech eingetrieben wird, um das erforderliche Loch zu bilden.

Um eine größere Kraft ausüben zu können, als die gewöhnlichen Hebelverhältnisse der Scheren gestatten, hat man solche, wie es schon seit längerer Zeit bei den Kneifzangen (Vorschneider) geschehen, mit Doppelhebel angeordnet. Eine derartige Ausführung ist in der Abb. 349 dargestellt. Die beiden Griffschenkel enden bereits in dem ersten Drehpunkt a, tragen aber noch in b und c Drehpunkte für die eigentlichen Schneidbacken e und f, die sich um den Punkt g drehen. Der Vorteil der wesentlich größeren auszuübenden Kraft wird natürlich erkauft durch einen entsprechenden Weg der Handgriffe; die Schenkel machen eine weit größere Bewegung, als bei den Scheren gewöhnlicher Bauart.



347. Blechscheren. (Zu S. 167.)

1 Stockschere, 2 Stockschere, links, 3 Stockschere, franz., 4 Augenschere, 5 Berliner Schere (Kirchels), 6 Blechschere mit Anschlag, 7 Heckenbinderschere (Champagne), 8 Brasilianische Schere, 9 Berliner Schere, abgestumpft, 10 Lyoner Schere, 11 Berliner Schere, schlank, 12 Lyoner Schere, russ. Façon, 13 Winkelschere, eckig, 14 Winkelschere, rund, 15 Glasschere, 16 Blechschere, türkisch, 17 Augenschere, 18 Spanische Form, 19 Winkelschere, hochkant, geb. 20 Englische Form, 21 Spanische Form.

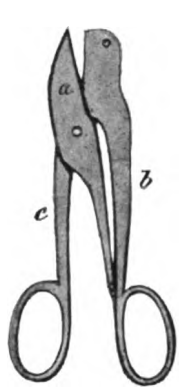
Für größere Anforderungen und namentlich für lange Schnitte verwendet man die Tafelschere (Abb. 350). Diese besitzt einen gehobelten gußeisernen Tisch zum bequemen auflegen größerer Platten und einen in Schlitzen verstellbaren Anschlag, der winkelrecht zur Richtung des Schnittes steht, so daß nicht erst vorgerissen zu werden braucht.

Der geraden Tafelschere stellt sich die Kreisschere an die Seite, welche zum ausschneiden von runden Böden und, wie diese, ein unentbehrliches Werkzeug der Klempnerei bildet. — Auf einem horizontalen Prisma (Abb. 351) läßt sich, mit Zahnstange zu treiben, ein Bock b hin und her verschieben, der bestimmt ist, das zu diesem Zweck mit einem Körner versehene Blechstück in der richtigen Entfernung von den Messern festzuhalten. Diese Messer sind kreisförmig und stehen, wie aus der Abb. 351 zu ersehen ist, schräg gegeneinander, um das ungehinderte abfallen, entweichen des Abfalles zu bewirken. Die Achse des Untermessers ist fest gelagert; das Obermesser läßt sich etwas nach oben stellen, damit das Blech eingeschoben werden kann, und wird mit Hilfe der Schraube e

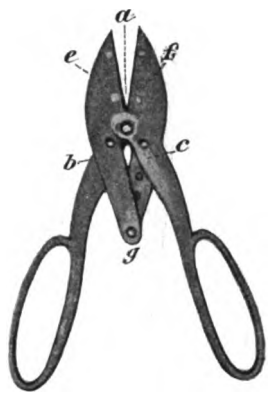
Digitized by Google

niedergestellt, so daß etwa eine Deckung von 1 mm stattfindet. Durch drehen der oberen Messerwelle mit Hilfe der Kurbel g wird der Schnitt bewirkt, wobei sich das Blech selbstthätig dem Messerpaar entgegen bewegt.

Diese Werkzeugmaschinen treten in sehr viel verschiedenen Formen auf, nicht nur den verschiedenen Zwecken gemäß, sondern auch, wie bei der Handschere angedeutet, nach Ansicht, Sitte und Gewohnheit. Es würde für die hier vorliegenden Ziele zu weit führen, auf die Verschiedenheiten einzugehen; es muß hier wie weiterhin genügen, nur die Grundformen der wichtigsten Werkzeugmaschinen anzuführen.



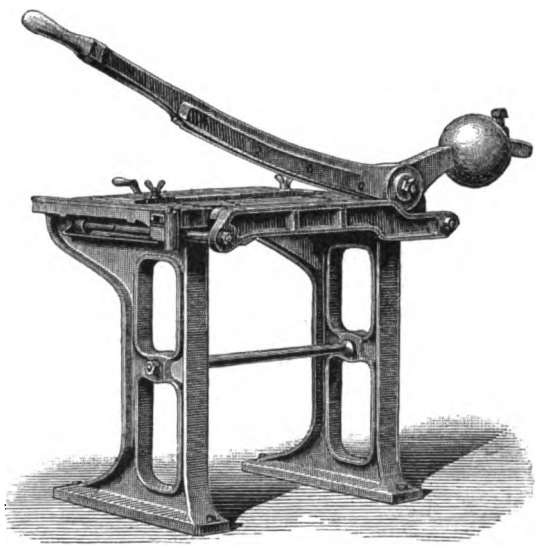
348. Flühnerschere. (Zu S. 167.)



349. Hebelschere.

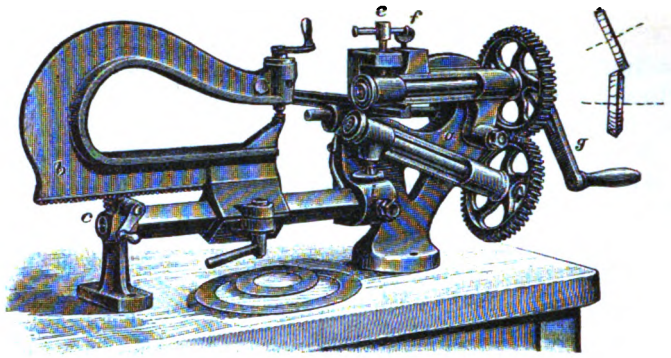
Wennschon in der Klempnerei vorzugsweise Blech verarbeitet wird, so bringen die verschiedenen Zuthaten, wie Draht, starkes Eisenblech, Flach- und Rundeisen, doch häufig die Notwendigkeit heran, auch diese Materialien schnell und sauber bearbeiten zu können. Deswegen sind die Werkstätten dieser Art mindestens noch mit einer kräftigen Schere für solche Zwecke (Abb. 350) ausgerüstet, die auch häufig als Lochschere gebaut, d. h. noch mit einer Vorrichtung zum lochen versehen ist. Größere Werkstätten haben noch stärkere Scheren, wie Kurbel- und Excenterscheren. Abb. 353 zeigt eine kleine Lochstanze für Hand- und Motorbetrieb.

Zum scharfkantigen biegen gerader Bleche dient die Abkantemaschine (Abb. 354). Dieselbe besteht, wie aus den Schnitten Abb. 355—59 noch deutlicher zu erkennen ist, aus der festen Unterwange C, der darüber mit einem für das zu kantende Blech bestimmten Zwischenraum fest angebrachten Oberwange B und der genau um die Linie der stählernen Kante derselben drehbaren Biegwange D. Wird diese, wie in der Abb. 357 angegeben, um mehr als einen rechten Winkel nach oben gedreht, so muß sich das zwischen Unter- und Oberwange befindliche Blech, soweit es vorsteht, aufbiegen, und zwar in vorliegendem Fall zu einem spitzen Winkel, der natürlich je nach dem Maße des aufdrehens der Biegewange größer oder kleiner angebogen werden kann. Die Schärfe des Winkels wird durch die Schärfe der auswechselbaren Stahlkante bestimmt. Diese kann also auch für Hohlumschläge, Dreikante, Hohlkehlen, Drahteinlagen u. s. w. gewählt oder ausgewechselt werden. Auch zum biegen von viereckigen Röhren (Kastenbiegen) läßt sich die Maschine vorrichten. Für solche Zwecke sind auch Spezialmaschinen gebaut worden. Abb. 360 u. 361 zeigen eine solche im Schnitt und in den beiden Grenzlagen. In der ersteren sehen wir den Hebel a in der niederen Stellung und das eingeschobene Blech noch gerade. Durch aufheben des Hebels wird das letztere gezwungen, der Bewegung zu folgen und sich scharf zu knicken. Man legt dann den Hebel zurück, schiebt das Blech bis zu einem der Anschläge s oder t, die verschiebbar bezw. feststellbar angeordnet sind, heran und bringt durch abermaliges aufheben des Hebels die zweite Kante hervor, ebenso dann die dritte.

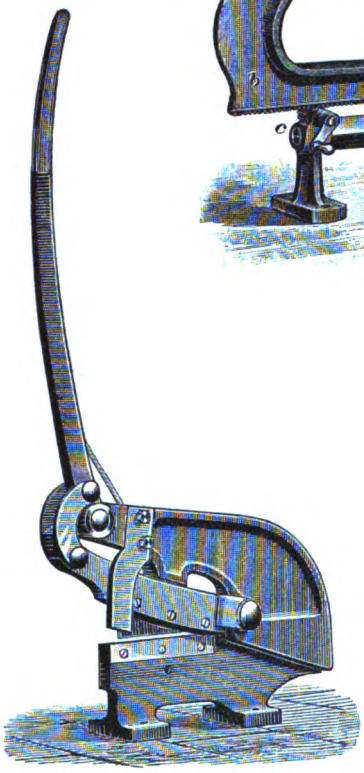


350. Tafelschere.

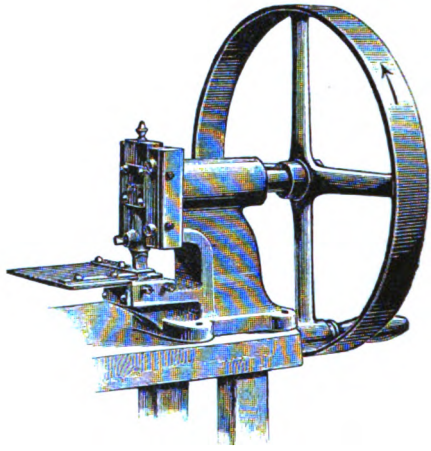
Digitized by Google



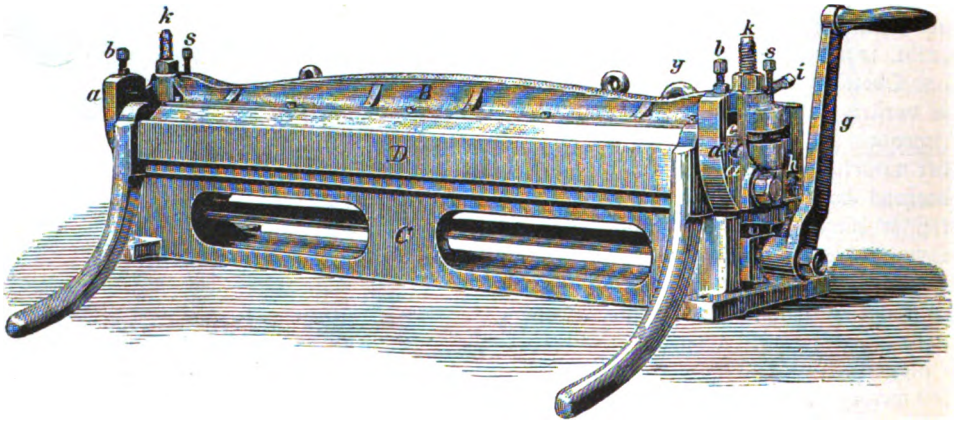
351. Kreisschere. (Zu S. 168.)



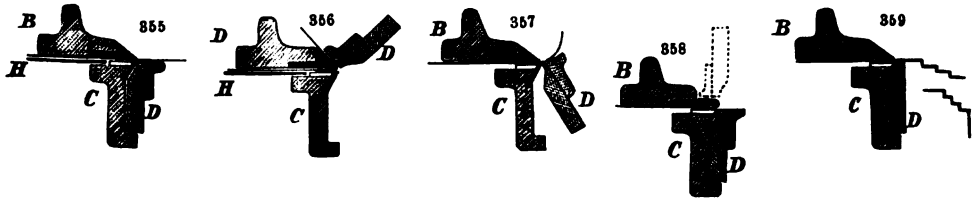
352. Hebelschere. (Zu S. 169.)



353. Lochstanze. (Zu S. 169.)



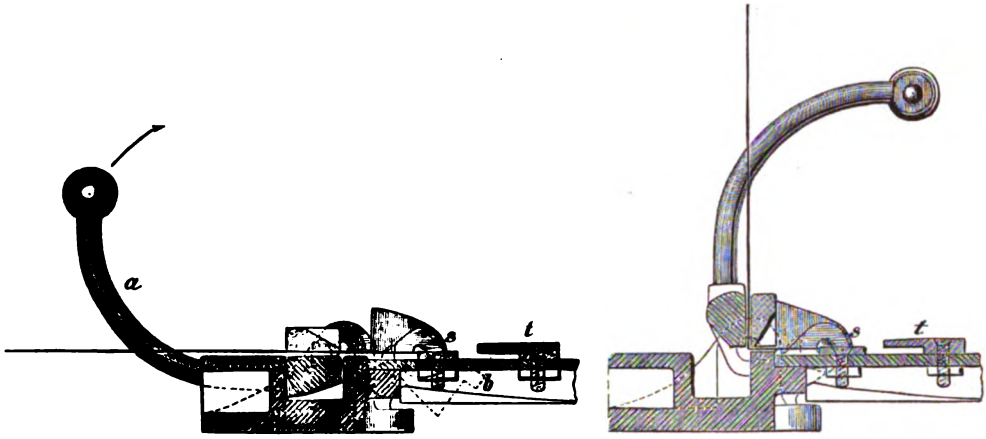
354. Abkantemaschine. (Zu S. 169.)



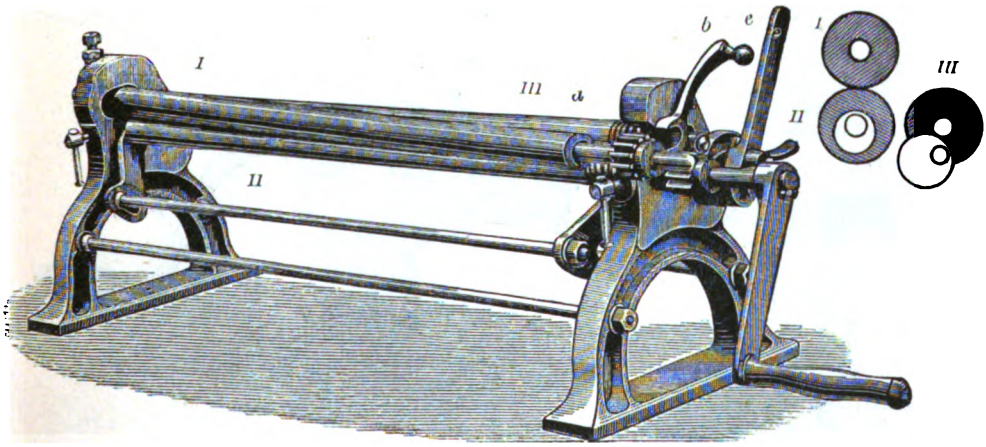
355 bis 359. Das Abkanten. (Zu S. 169.)

Digitized by Google

Zum biegen eines Cylinders verwendete man früher ein rundes Holz, über welchem man das Blech möglichst aus freier Hand bog; denn das klopfen mit dem Holzhammer gibt leicht Beulen, die nur schwer zu entfernen sind. Solch Rohr erforderte eine große Geschicklichkeit, wenn es schön glatt ausfallen sollte. Heute benutzt man dazu die Rundmaschine*) (Abb. 362). Dieselbe besteht aus 3 Walzen, welche in zwei Gestellen parallel gelagert sind. Von diesen liegen zwei nahezu senkrecht übereinander und dienen dazu, das zwischen sie gesteckte und einigermaßen gepreßte Blech voranzuschieben. Die dritte Walze hat den Zweck, das Blech von dem geraden Wege abzulenken und nach oben zu biegen. Je höher sie steht, desto kürzer wird die Biegung, desto kleiner der Cylinder.



360 u. 361. Kastenbiegemaschine.



362. Rundmaschine.

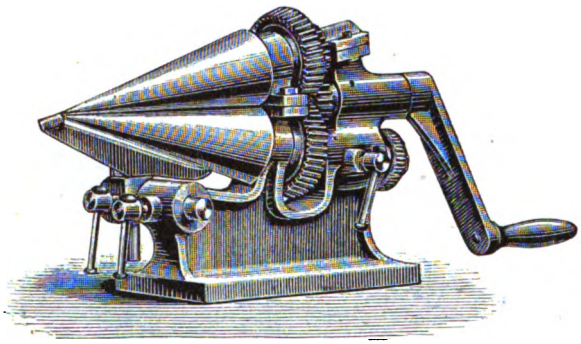
Diese drei Walzen müssen nun je ihre besondere Lagerung haben, um gebrauchsfähig zu werden.

Um die obere, I, wickelt sich der Cylinder auf. Sie muß also aus ihrem Lager, (Abb. 362) herausgenommen werden, damit der Cylinder abgestreift werden kann. Das hintere Ende liegt aus diesem Grunde in einem Kugellager, und die Lagerung des vorderen Endes ist offen, so daß die Walze in die gezeichnete Lage gebracht werden kann. Ein Haken, b, dient zum verschließen während des rollens. Die untere Walze, II, muß gegen die obere spielen können, um sich verschiedenen Blechstärken anpassen, sowie um fest gegen die Oberwalze gepreßt werden zu können, damit das Blech kräftig genug voran-

*) Diese Abbildungen 349—386, 390 u. 391 sind dem Katalog von Erdmann Kircheis in Aue entnommen.

Digitized by Google

getrieben werden kann. Aus diesem Grunde ruhen die Zapfen, wie aus der Abb. 362 ersichtlich, in excentrischen Lagern und werden durch den Quergriff a gleichzeitig bethätigt. Die dritte Walze endlich muß ziemlich ausgiebig gehoben und gesenkt werden können, damit man von einer leichten Biegung in eine scharfe, der höchsten Stellung entsprechende übergehen kann. Aus diesem Grunde ruhen die beiden Zapfen dieser Walzen auf stark excentrischen Scheiben, welche durch den Hebel e gemeinsam oder gleichzeitig gedreht werden und dabei die Walzen heben und senken.

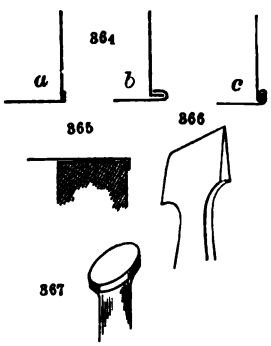


368. Rundmaschine für Trichter.

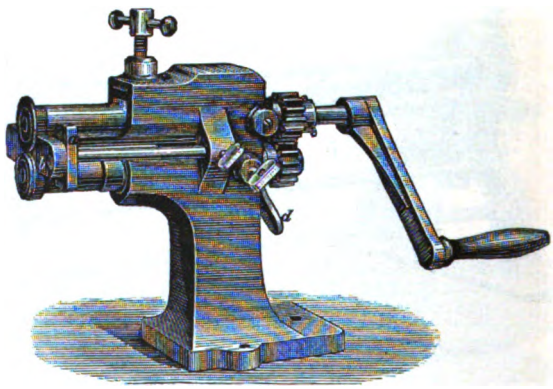
Dies ist die einfache Rundmaschine, die Grundlage für eine Reihe von Konstruktionen, welche den verschiedenen Sonderzwecken angepaßt worden sind.

Zum runden von Trichtern dient eine ganz ähnliche Maschine, welche in der Abb. 363 dargestellt ist. Die cylindrischen Walzen sind hier durch kegelförmige ersetzt. Die Handhabung ist im übrigen dieselbe. Man kann Kegelmäntel auch auf cylindrischen Walzen bilden, muß dann aber die dem größeren Umfang entsprechende Seite schneller durchziehen. Auch bei den Kegelwalzen ist dies erforderlich, wenn die Form derselben, was ja meistens der Fall ist, nicht genau zu dem beabsichtigten Konus paßt.

Die Verbindung der Blechkanten geschieht entweder durch löten (Abb. 364a), oder durch falzen (Abb. 364b und c), dem oft noch der Dichtigkeit wegen das löten folgt. Im einfachsten Fall muß daher eine Fuge zwischen zwei aufeinander liegenden Blechstücken geschaffen werden, welche dem von Lot erfüllt wird, d. h. eins der winkelrecht aneinanderstoßenden



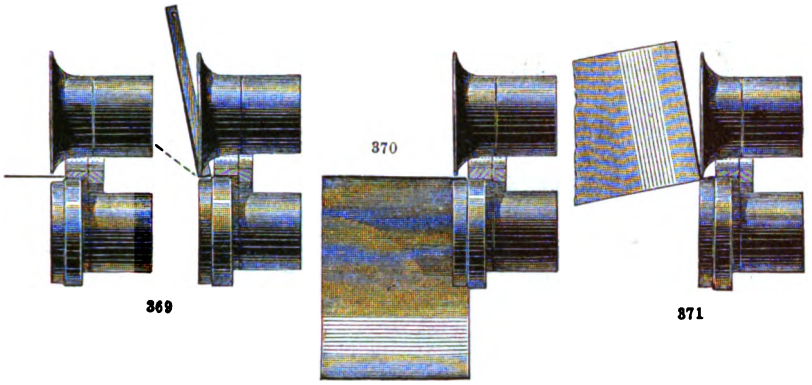
364. Eckverbindung, löten und falzen. 365—367. Bördeln und kanten für die Eckverbindung.



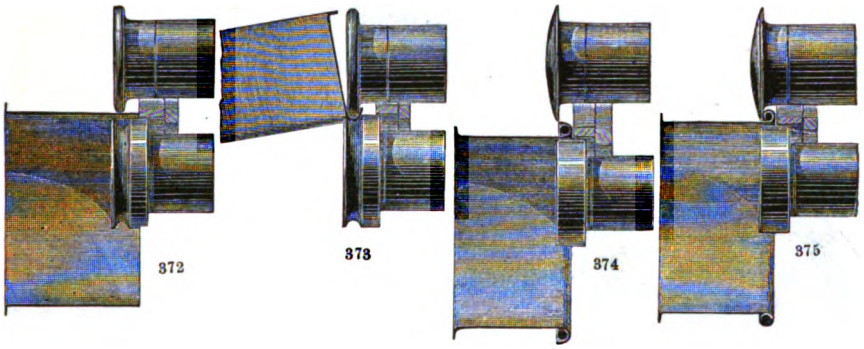
368. Sicken-, Bördel- und Drahteinlegemaschine.

Bleche muß kurz umgebogen werden. Diese Operation nennt man bördeln. Der Klempner legt das Blech auf die Bahn eines scharfeckigen Amboßes (Abb. 365) und hämmert mit dem Holzhammer den Rand herunter. Hat er es mit einem runden Boden zu thun, so benutzt er einen dazu geeigneten runden Amboß (Stickel, Abb. 367). Das erste, die gerade Kante, kann er auch auf der Abkantemaschine herstellen; zu runden Böden braucht er in den besser eingerichteten Werkstätten, ja wenn er überhaupt glatte Arbeit liefern will, die Sicken- und Bördelmaschine. Dieselbe (Abb. 368) besitzt zwei übereinander befindliche, auf lange Wellen gesetzte Stahlscheiben, von denen die obere etwas vertikal verstellbar ist und unmittelbar mit Hilfe einer Kurbel, die untere von dieser aus durch Räderübersetzung angetrieben wird. Die Form dieser Scheiben ist aus den Abb. 369—71 zu erkennen. Der flache Boden wird (Abb. 369) unter die etwas angehobene obere Scheibe gesteckt und mit derselben ziemlich kräftig auf die untere Scheibe gepreßt. Dann

Digitized by Google

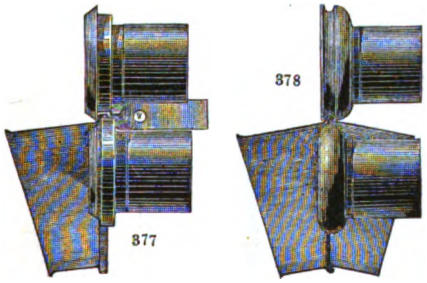


369 bis 371. **Bördelſcheiben.** (Zu S. 174.)

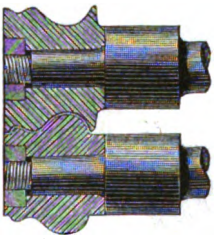


372 bis 375. **Einlegen von Draht.** (Zu S. 175.)

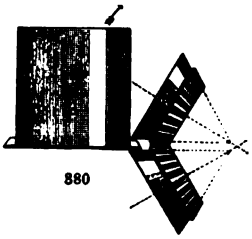
376. **Ficken am Boden.** (Zu S. 175.)

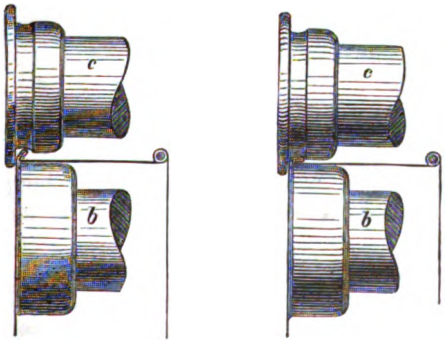


377 u. 378. **Ficken eines Ofenknies.** (Zu S. 175.)

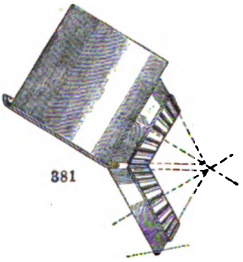


379. **Bildung eines Geſimſes.**





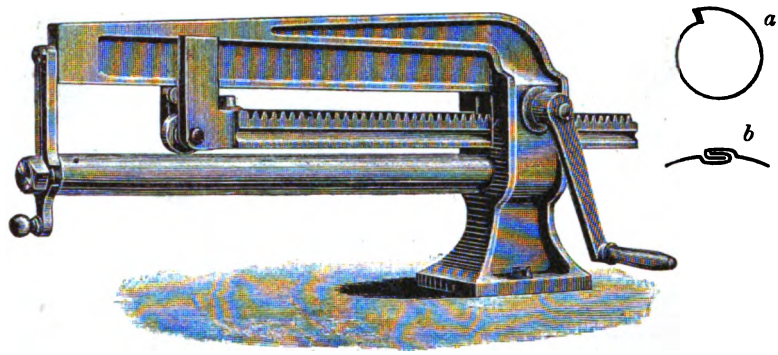
382 u. 383. **Doppelfalz.** (Zu S. 175.)



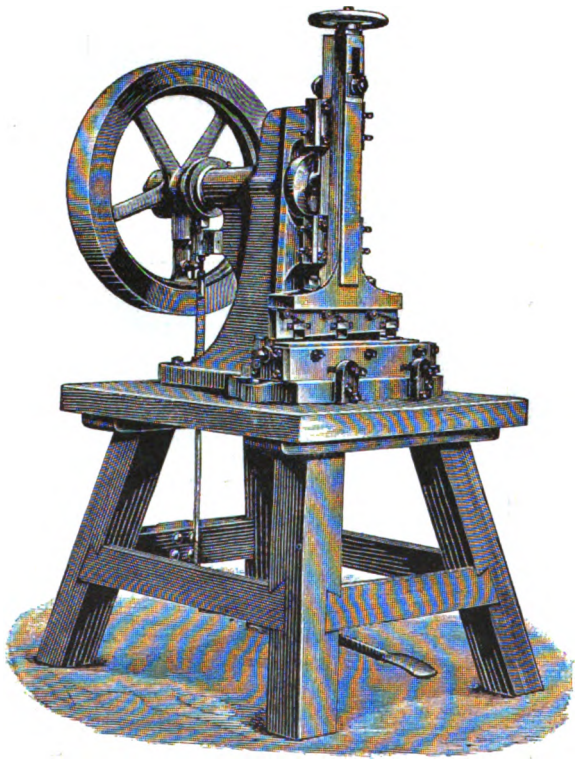
380 u. 381. **Falzen des Bodens.** (Zu S. 175.)

Digitized by Google

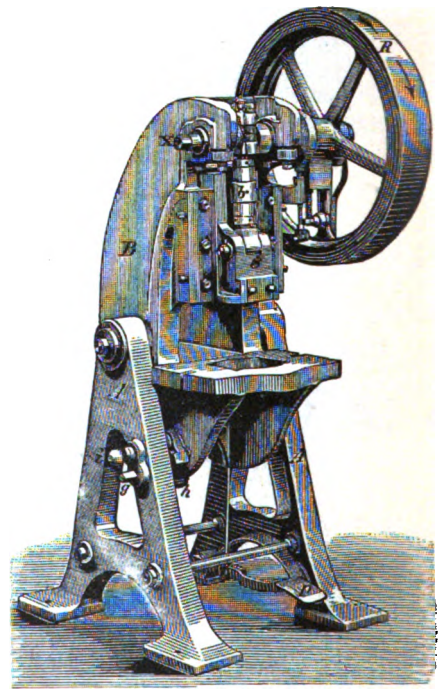
wird der Apparat durch drehen der Kurbel in Thätigkeit gesetzt, wobei die beiden Stahlscheiben wie Walzen wirken und die Scheibe mitnehmen, die von dem Klempner immer so gehalten werden muß, daß der Mittelpunkt derselben stets in der Richtung der Wellenachsen liegt. Gleichzeitig drückt er das Blech etwas in die Höhe, so daß eine Biegung



384. Rohrfalzzudrückmaschine. a u. b. Vorarbeit zum Rohrfalz.



385. Backscherre. (Zu S. 176.)



386. Kurbelpresse. (Zu S. 176.)

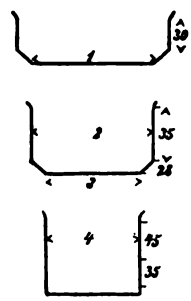
entsteht, wie in der Abb. 369 punktiert bezeichnet ist. Nach jedesmaliger Umdrehung wird die Scheibe etwas mehr angehoben, bis endlich der rechte Winkel erreicht und die Bördelung vollzogen ist.

In genau der gleichen Weise verfährt man, wenn man eine Bördelung am Ende eines Cylinders herstellen will. Man hebt wieder die obere Scheibe auf, steckt den Cylinder dazwischen (Abb. 370), preßt die Oberwalze wieder herunter und rollt vorsichtig auf, langsam und stetig anhebend, bis der rechte Winkel wieder (Abb. 371) erreicht ist.

Digitized by Google

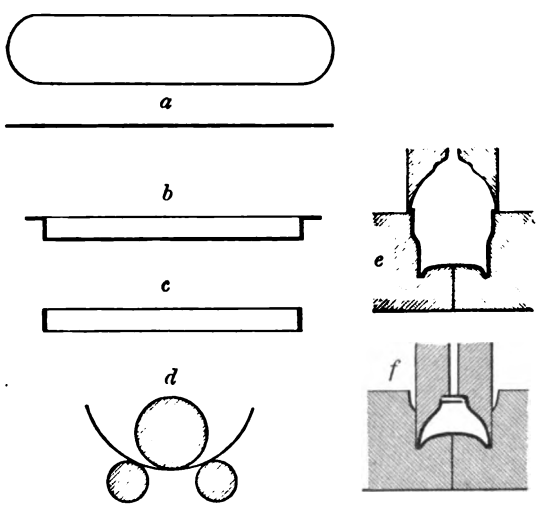
Aus der Bördelmaschine wird die Sickenmaschine, wenn man die Scheiben durch andere ersetzt, welche Wulste zu drücken, zu sicken imstande sind. Solche Wulste werden zum verstärken, als Anschlag für den Deckel bei Büchsen, auch nur zu Verzierungen, sowie endlich zum einlegen von Draht gebraucht und sehr ähnlich dem bördeln gebildet. Die Abb. 372—75 zeigen den sehr einfachen Vorgang. Zuerst wird (Abb. 372 u. 373) die Rundung eingepreßt und dann der Draht eingelegt, der auf den dazu mit Rillen versehenen Walzen der Rundmaschine (Abb. 362) gebogen worden ist. Hierauf wird der Wulst mit Hilfe derselben Scheiben (Abb. 374 u. 375) geschlossen. Solche Wulste können auch (Abb. 376) in ebene Böden eingerollt werden, wo sie wesentlich zur Verstärkung beitragen.

Die Abb. 377 u. 378 zeigen die Verwendung unserer kleinen Maschine zum verfalzen der Teile eines Ofenknies, eine Rohrarbeit, welche heute im Siegenschen durch überaus sinnreiche Maschinen aus dem vorgebogenen Rohr, in einem Stück, durch ein pressen der Falten, geliefert wird. Abb. 379 stellt Scheiben der Sicken- und Bördelmaschine zum bilden von Gesimsen dar.

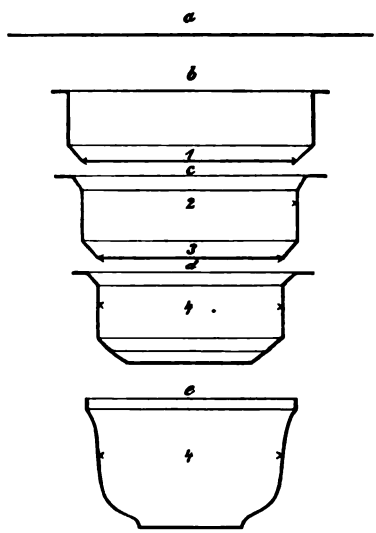


387. Topfziehen. (Zu S. 176.)

Unter „falzen" versteht man das verbinden zweier Blechkanten durch umbiegen. Wir haben diese Verbindung bereits in der Abb. 364b und c kennen gelernt. Abb. 380 u. 381 zeigen, wie auch dies auf der Maschine hergestellt werden kann, und Abb. 382 u. 383, wie aus diesem einfachen Falz ein doppelter gefertigt wird. Auch die Verbindung der Längskanten eines Cylinders wird sehr zweckmäßig durch falzen hergestellt. Man kantet die Bleche vor dem rollen beiderseitig — die eine nach innen, die andere



388. Herstellung nahtloser Ringe. (Zu S. 176.)



389. Ziehen einer Schüssel. (Zu S. 176.)

nach außen — ab, und zwar so scharf wie möglich, hakt sie (Abb. 384a) nach dem rollen ineinander und drückt (Abb. 384b) das Ganze zusammen. Auch hierzu hat man Maschinen. Abb. 384 zeigt die nun wohl ohne weitere Beschreibung verständliche Einrichtung einer Rohrfalzzudrückmaschine für solche Zwecke. In ähnlicher Weise werden durch Maschinen, welche nach Art der Sicken- und Bördelmaschinen gebaut sind, Konservenbüchsen geschlossen, vielfach auch solche, bei denen man die Lötung vermeiden will.

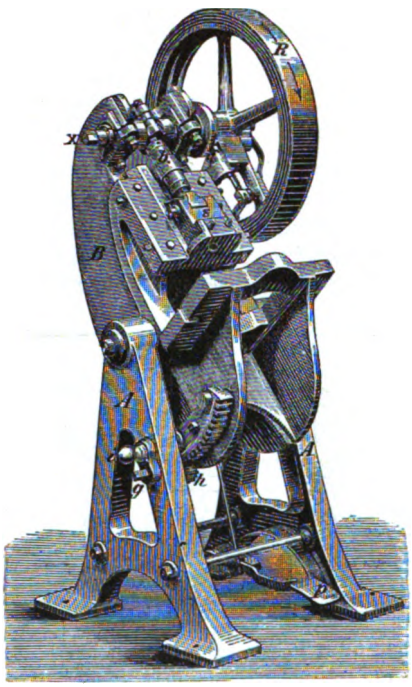
Es ist nun noch eine ganze Gruppe von Maschinen zu erwähnen, welche sich die Klempnerei hat aneignen müssen, um den heutigen Anforderungen der Massenfabrikation auch mit Bezug auf die Form der herzustellenden Gefäße gerecht zu werden und gleichzeitig ein Verfahren einzuführen, welches die Klempnerei mit der allgemeinen Blech-

Digitized by Google

verarbeitung verbindet; es sind dies die Pressen mit ihrer neueren Ausbildung zu Ziehpressen.

Zunächst leitete sich die Presse für die Klempnerei wohl von der Schere ab. Der oben erwähnte Umstand, daß der Scherenwinkel sich während der Arbeit derselben ändert und zu Anfang ungünstiger ist, hat auch für größere Arbeiten sehr bald zur Parallelschere geführt, die sich schneller als die kleine Schwester eingebürgert hat. Es führte dies zur Bockschere und namentlich, für Formschnitte, zur Stanze. Abb. 385 zeigt eine solche für einseitige und Abb. 386 für Formschnitte; beide Konstruktionen sind gleichwertig mit denen der Presse, womit wir das neue Gebiet des ziehens betreten. An dieselben lehnt sich das Gebiet der gelochten Bleche, welches wir nachher kennen lernen werden.

Unter ziehen oder topfen versteht man die Bildung vertiefter Gefäße aus dem ebenen Blech durch Pressung, die in den allermeisten Fällen stufenweise vor sich geht. Der Vorgang setzt weiches, zähes Metall voraus und wurde früher nur für Kupfer, Messing, auch wohl Zinn und Blei verwendet. Für das Eisen gewann er erst Bedeutung, seitdem es gelang, dasselbe in der heutigen ungemein zähen und weichen Qualität herzustellen. Das ziehen verlangt von dem zu verarbeitenden Material eine außerordentliche Dehnbarkeit, verbunden gleichzeitig mit großer Stauchbarkeit. Abb. 387 stellt den Vorgang dar, welcher sich beim bilden eines tiefen Gefäßes vollzieht und z. B. bei der Herstellung von Patronenhülsen sowie zur Fabrikation nahtloser Röhren Verwendung findet. Man erkennt aus diesem einem ausgeführten Vorgang entnommenen Beispiel, daß nur der eben gebliebene mittlere Teil der Platte unverändert geblieben ist, während die darauf folgenden Stellen zunächst, wie die eingetragenen Zahlen zeigen, von 25 auf 45 mm gestreckt und dabei seitlich gestaucht werden müssen; das Material muß wandern.



390. Ziehpresse.

Wie zur Herstellung von nahtlosen Röhren ist dieser Vorgang in jüngster Zeit auch zur Bildung von nahtlosen Ringen, wie z. B. zu Fahrradfelgen, verwendet worden. Aus einem länglichen Blechstück (Abb. 388a) wird ein schlüsselförmiger Körper (Abb. 388b) getopft, von dem indessen nur die senkrechten Ränder gebraucht werden; Boden und selbstverständlich Bördelrand sind Abfall. Der Rand wird ausgeschnitten (Abb. 388c), dann, wie auf Abb. 388d dargestellt ist, zunächst glatt gewalzt und erhält fernerhin seine eigentümliche Form durch die geteilten Formbiegewalzen Abb. 388e, denen zum schließen des Hohlringes die Walzen Abb. 388f folgen.

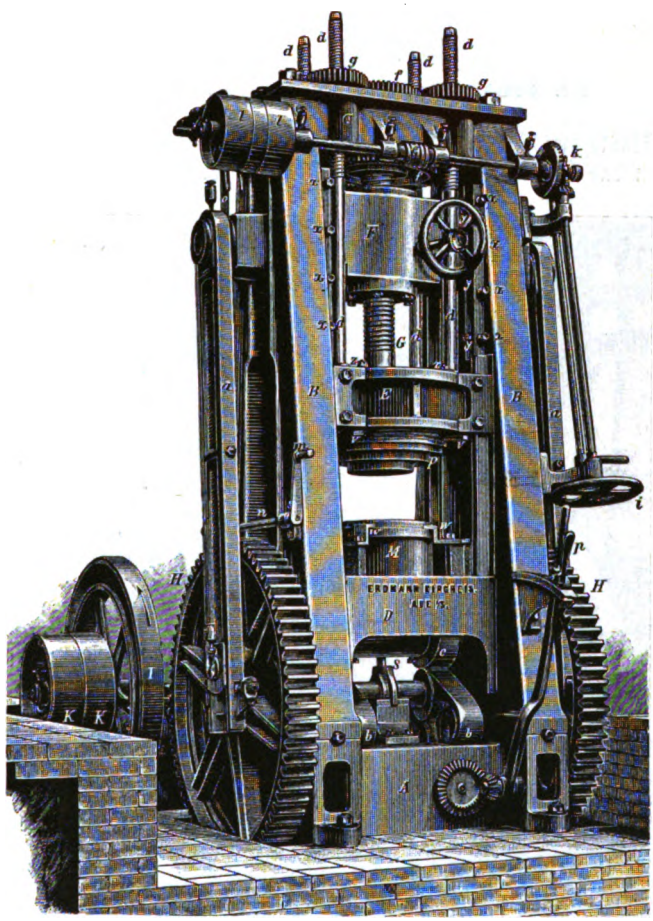
Abb. 389a—e gibt den Vorgang an, welcher bei der Herstellung der Schüsseln stattfindet und mit dem erstgenannten die Grundlage bildet zu der heute so großartig gewordenen Fabrikation der emaillierten Geschirre.

Die formgebenden Maschinen haben verschiedenartige Gestaltung angenommen, werden (Abb. 390) häufig schräg, wohl auch, wie in dieser Figur angegeben, verstellbar gebaut und nehmen für den genannten Fabrikationszweig häufig sehr große Dimensionen an. Abb. 391 stellt eine der schwersten Arten dar, wie sie zur Herstellung der Schüsseln und ähnlicher großer Rundgefäße dienen. Dieselben besitzen jedoch noch einige Sonderheiten.

Es ist klar, daß das stauchen eines so dünnen Körpers, wie eines Bleches, nicht so ohne weiteres vor sich gehen wird. Das Blech ist sehr geneigt, dieser Materialverschiebung

Digitized by Google

auszuweichen und Falten zu bilden. Daher genügt es in den wenigsten Fällen, dasselbe einfach mit Hilfe eines Stempels in den dazu gehörigen Ring zu drücken, sondern es ist zunächst Sorge zu tragen, daß der Rand des Bleches festgehalten werde. Hierzu dient, Abb. 392, der Setzring a, welcher, nachdem das Blech b in die richtige Lage gebracht worden, sich fest auf den Blechrand auffetzt. Nunmehr erst geht der Stempel c, welcher möglichst nur um die doppelte Blechstärke kleiner genommen wird, als der Ring d, herunter und zieht sich das Material unter dem Setzring a heraus. Dasselbe liegt also stets, mit Ausnahme der Kantenstelle, dicht zwischen unnachgiebigen Körpern — zuerst zwischen a und c und dann zwischen d und c — und muß sich stauchen, solange es keine Falten bilden kann. — Hat der Stempel seinen Hub vollendet, so bewegt er sich, mehr oder weniger gleichzeitig mit dem Setzring a, nach oben. Ihm folgt bald der Stößel e, welcher den Topf emporhebt, der nun von dem Arbeiter oder auch durch einen besonderen Wegnehmer entfernt und dann durch eine neue Platte ersetzt wird. — Nach dieser Grundlage sind die sämtlichen Ziehpressen gebaut.

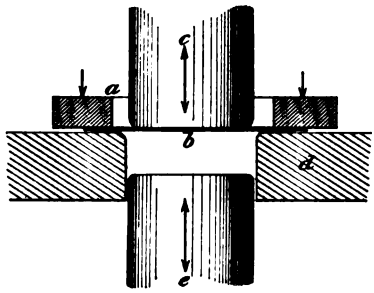


391. Schwere Ziehpresse.

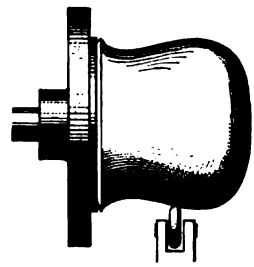
Bei größeren Gefäßen sind Faltenbildungen nicht immer zu vermeiden; die Gefäße derselben werden daher nachgerollt. Es geschieht dies auf einer kräftigen Drehbank, welche mit einem entsprechenden gußeisernen Modell versehen ist, über welchem die äußeren Teile des Gefäßes mit Hilfe eines glatten Stahles oder auch einer Rolle (Abb. 393) gedrückt, geglättet werden.

Dieses „drücken" ist wieder ein selbständiger Arbeitszweig für sich und wird häufig ganz unabhängig vom ziehen zur Herstellung von Gefäßen aus Blech verwendet. Die Grundlage ist, wie aus dem Vorgange zu erkennen, die Blechscheibe aus weichem Metall: Blei, Zinn, Britanniametall, Messing — auch Zink im erwärmten Zustande, Kupfer und event. sehr gutes Eisen. Das Modell, ein genau dem Inneren des herzustellenden Gefäßes entsprechendes gußeisernes oder auch aus hartem Holze gefertigtes Vollstück, wird auf den Spindelkopf der Drehbank (Abb. 394) geschraubt, worauf die Blechscheibe mit Hilfe des Reitstockes gegengepreßt wird. Wo angängig — wenn der Boden ein Loch erhalten darf — wird statt des Reitstockes eine in die Spindel gesetzte Schraube benutzt. — Der Arbeiter hat nun verschieden geformte, sehr gut geglättete

Digitized by Google

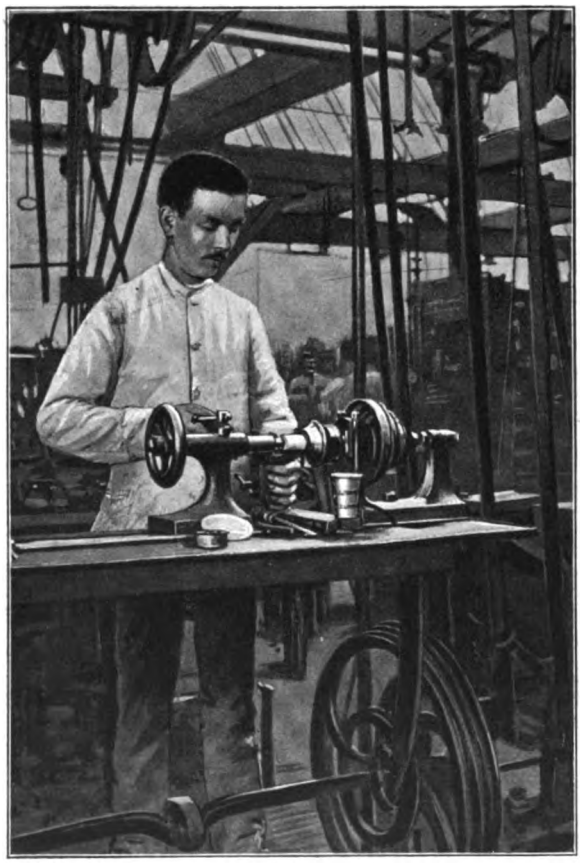


392. Grundlage der Ziehpresse. (Zu S. 177.)



393. Rollen auf der Drehbank. (Zu S. 177.)

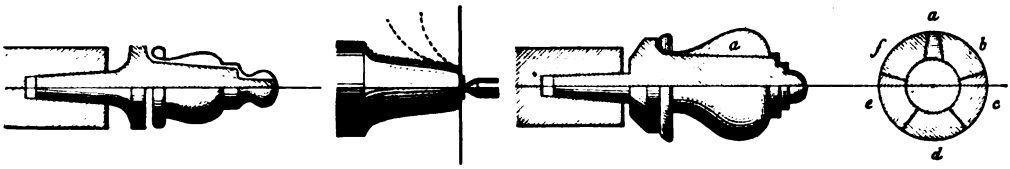
Stähle zur Verfügung, mit denen er (Abb. 394) mit dem Boden beginnend, das Material an das Modell herandrückt, zuzeiten nur biegend und stauchend, zuzeiten streckend. Hier werden also die stufenweise aufeinander folgenden Vorgänge, wie wir sie beim ziehen, z. B. Abb. 389, kennen gelernt haben, auf einen zusammengedrängt. Das drücken ist daher die der Maschinenarbeit zu Grunde liegende Handarbeit, deren Reste, das rollen, wir am Schluß der Beschreibung des ziehens (Abb. 393) kennen gelernt haben. Auch die zur Rohrbildung erforderlichen tiefen Gefäße lassen sich auf diese Weise herstellen, wie in der Abb. 387 gezeigt.



394. Metalldrücken an der Drückbank.

Bei der Drückarbeit, s. a. Abb. 393, sind zwei Fälle zu unterscheiden, welche sich an die in der Formerei gefundenen Schwierigkeiten anlehnen: 1. Der Hohlkörper erweitert sich so, daß sich das Modell nach Fertigstellung desselben herausziehen läßt, und 2. er verengt sich nach der Öffnung zu, so daß ein herausziehen sich nicht ohne weiteres bewerkstelligen läßt; es folgt also einer weiteren Stelle eine engere. Im letzteren Falle kann man sich dadurch helfen, daß man das Modell unter Vernachlässigung der betreffenden Erweiterungen, also so vorbereitet, daß es herausgezogen werden kann (Abb. 395), und die betreffenden Teile „frei" drückt. Dies geht, wie auch bei dem Wulst der Abb. 397, immer da, wo eine Faltenbildung nicht zu befürchten, also eine Unterlage nicht nötig ist. Im anderen Fall muß man das Modell aus Teilen zusammensetzen, die dann (Abb. 397) so anzuordnen sind, daß man dasselbe stückweise nach der Fertigstellung des Hohlkörpers herausnehmen kann. Man zieht

Digitized by Google

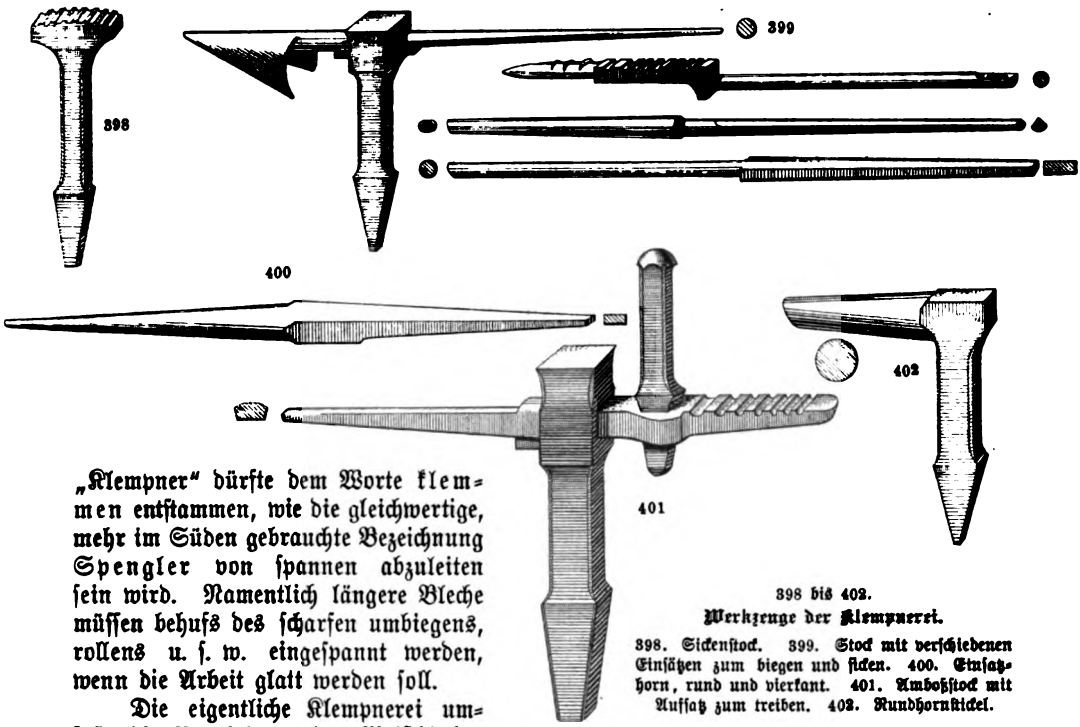


395. Freidrücker. 396. Drücker. 397. Zusammengesetztes Modell.

also, wie aus der Figur zu erkennen ist, das Druckstück zusammen mit den losen Metallteilen a, b, c, d, e, f ab und nimmt das hierfür vorbereitete Stück a nach innen heraus, worauf die anderen leicht nachfolgen.

Die Klempnerei.

Der Klempner ist der Handwerker, welcher die in der vorstehenden Darstellung beschriebenen Arbeiten handwerksmäßig liefert; handwerksmäßig d. h. in kleinen Quantitäten und eigentlich so ziemlich unter Ausschluß der Maschinen. Die Bezeichnung



398 bis 402.
Werkzeuge der Klempnerei.
398. Sickenstock. 399. Stock mit verschiedenen Einsätzen zum biegen und ficken. 400. Einsatzhorn, rund und vierkant. 401. Amboßstock mit Aufsatz zum treiben. 402. Rundhornstickel.

„Klempner" dürfte dem Worte klemmen entstammen, wie die gleichwertige, mehr im Süden gebrauchte Bezeichnung Spengler von spannen abzuleiten sein wird. Namentlich längere Bleche müssen behufs des scharfen umbiegens, rollens u. s. w. eingespannt werden, wenn die Arbeit glatt werden soll.

Die eigentliche Klempnerei umfaßt die Bearbeitung des Weißbleches und des Messingbleches und bedient sich heute durchweg, wenn sie einigermaßen leistungsfähig sein soll, mindestens einiger der oben beschriebenen Maschinchen: eine Rundmaschine, Sicken- und Bördelmaschine, Abkantemaschine und Tafelschere sind in jeder solchen Werkstatt zu finden, und mit diesen wenigen Hilfsmitteln, unterstützt durch die in den Abb. 398—402 dargestellten Handwerkszeuge und einige der verschiedenen Blechscheren der Abb. 345 kann schon viel erreicht werden. Die meisten Gegenstände dieser Art bestehen aus Cylindern und Böden und bedürfen, namentlich für die Böden der Deckel, meist nur noch des ausbeulens oder treibens, um die oft gewünschte gewölbte Form zu erlangen.

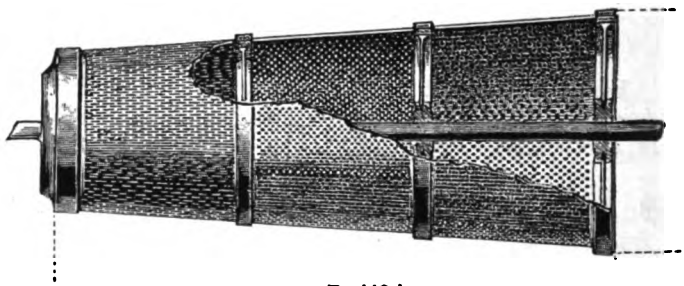
Das, was dem Klempner noch besonders eigen ist und zum allergrößten Teil Handarbeit bleiben wird, ist das löten.

Digitized by Google

Das löten ist unter dem Abschnitt: „Verarbeitung des Eisens und Stahles im allgemeinen" bereits eingehend geschildert worden. Es handelt sich hier in erster Linie um das weichlöten unter Verwendung also des sogenannten Lötzinnes, einer Mischung von 1—2 Teilen Zinn und 2—1 Teil Blei. Die Mischung 2 Teile Zinn, 1 Teil Blei ist am leichtflüssigsten, aber auch am teuersten.

Dem Klempner gegenüber steht der Kupferschläger (Kupferschmied). Derselbe ist noch weit mehr auf die Handarbeit angewiesen und namentlich mehr auf das treiben. Seine Fabrikate sind Rohre — siehe den Abschnitt: „Die Herstellung der Rohre" — die dazu erforderlichen Kniee, welche bereits zur Treibarbeit überführen, und dann

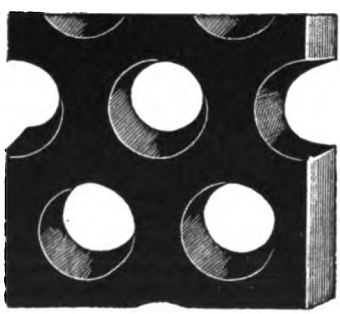
403. Gelochtes Blech.



404. Drahtsieb.

namentlich die oft recht komplizierten Behälter, welche die Brauerei und Färberei gebrauchen. Die Gewandtheit, welche der Kupferschmied im treiben, also in der Herstellung unebener Figuren durch hämmern, besitzen muß, macht ihn zu einem Bindeglied zwischen Metallarbeiter und Kunstschmied, welch letzterer ganz ähnliche Aufgaben zu lösen hat.

Für die Herstellung der Verbindungen — der Nähte — fällt beim Kupferschmied, der hier nur der Technik wegen zur Kleineisenindustrie besprechend herangezogen worden ist, das falzen nahezu ganz fort, während das löten in den Vordergrund tritt, und zwar in der Form des hartlötens. Auch dies ist in dem Kapitel: „Verarbeitung des Eisens und Stahles im allgemeinen" besprochen worden.



405. Kupferplatte mit konischen Löchern.

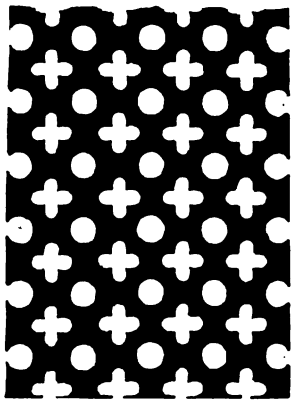
Der Klempnerei ist in Aue i. S. eine Schule zur Seite gestellt worden, welche, von Erdmann Kircheis ins Leben gerufen und von demselben kräftigst unterstützt, sehr viel zur Hebung des Gewerbes der Blechverarbeitung beigetragen hat.

Die Fabrikation gelochter Bleche.

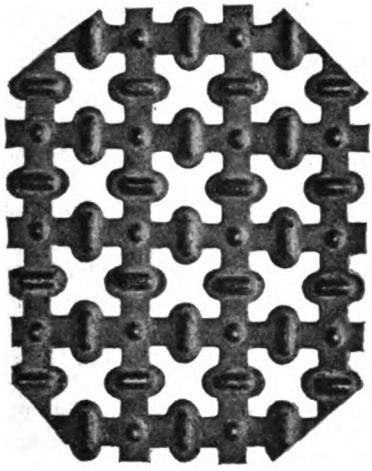
Während nun Klempnerei und Geschirrfabrikation nur mit dünnen Blechen zu thun haben, hat sich in den letzten Jahrzehnten das pressen auch auf stärkere Bleche ausgedehnt und Fabrikate geschaffen, welche man sonst aus Draht, Schmiedeeisen, Temperguß und selbst Gußeisen herzustellen gewohnt war. Es ist dies die Preßblechindustrie.

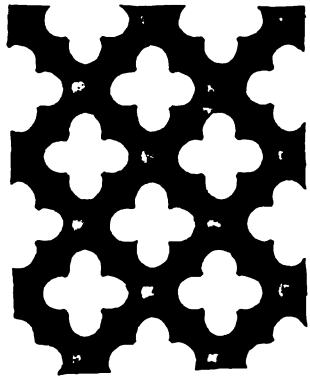
Einen Übergang hierzu bildet die Fabrikation gelochter Bleche; dieselbe hat sich seit ca. 45 Jahren in Deutschland zu einem großartigen Industriezweig ausgebildet. Eins der bekanntesten Perforierwerke, die Dillinger Fabrik gelochter Bleche, Franz Meguin & Co. in Dillingen a. d. Saar, fertigt nicht weniger als 1000 verschiedene Lochungen. Diese Lochungen werden ähnlich wie die uns bereits bekannten „Schnitte" unter schweren Pressen kontinuierlich ausgeführt. Jede Lochungsart erfordert einen oft recht kostbaren Stempel mit Matrize, und es ist klar, daß diese Fabriken über große Schätze an Schnitten gebieten müssen, wenn sie sich auf der Höhe halten wollen.

Digitized by Google

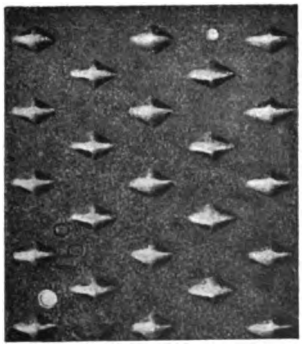


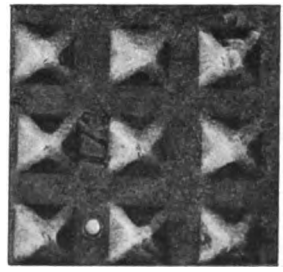
406 u. 407. Schnittblech eben. (Zu S. 182.)





408 u. 409. Schnittblech mit Pressung. (Zu S. 182.)

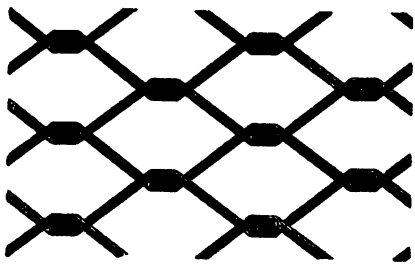




410 u. 411. Pressung ohne Schnitt. (Zu S. 182.)

Digitized by Google

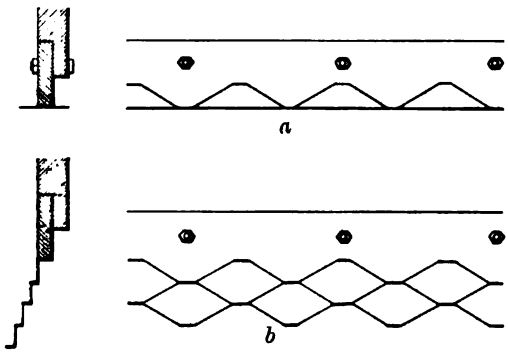
Die Fabrikate dieses Industriezweiges sind: Gelochte Bleche für Siebe, wie sie zu landwirtschaftlichen Maschinen (Trieurs) und für die verschiedensten anderen Zwecke, vielfach als Ersatz für Drahtsiebe (Abb. 404), Verwendung finden. Auch die Brauereien machen von Sieben — Kupferplatten mit konischen Löchern (Abb. 405) — Gebrauch. Zum sieben von Kohlen werden neben Drahtsieben schwere, gelochte Platten bis zu 15 mm Dicke genommen. Ähnliche schwere Platten, mit Ziermuster versehen, auch nur durchgepreßt (Abb. 410, 411), also ohne Lochung, vertreten heute vielfach die Stelle gußeiserner Platten zu Bodenbelägen, als Abdeckplatten u. s. w. Endlich bilden die Zierbleche eine große Abteilung auf diesem Gebiete, dünne Blechplatten mit den verschiedensten Mustern zu Ventilatoren, Zentralheizungen, Fenstervorsätzen, Gartengittern und vielen anderen Zwecken im Hausgebrauch.



412. Blechgitter.

Diese Platten werden, wie oben angedeutet, sämtlich unter den uns bereits mehrfach bekannt gewordenen Pressen gelocht oder gepreßt, die mit selbstthätigen Vorschubeinrichtungen versehen sind, durch welche die Platten nach jeder Lochung verschoben werden. Der Stempel besitzt daher nur eine Reihe Einzelstempel, wenn das Muster gerade läuft, wie bei Abb. 408 u. 411, und nur dann mehrere, wenn das Muster sich versetzt und ein Seitenvorschub nicht eingerichtet ist, oder, wenn es sich lohnt, mehrere Reihen Stempel zu setzen. So zeigen die Abb. 406 u. 407 ebene Schnitte, Abb. 408 u. 409 solche mit Preßstellen, die auch zur Verzierung dienen, während die Abb. 410 u. 411 nur Pressungen zeigen, welche, bei Flurplatten, den Füßen Halt geben, das ausgleiten verhindern sollen.

Abb. 412 zeigt eine weitere Anwendung des Schnittes in Verbindung mit Pressung bei Blechen; ein nach Art des Papierschmuckes an Weihnachtsbäumen aus Blech hergestelltes Netzwerk, Streckblech (Zerrblechgitter dürfte ein besserer Ausdruck sein) genannt, welches sich, aus Amerika, expanded metall, vor etwa 10 Jahren eingeführt, vielfach als Einlage für Betonplatten, zum Schutze für Bäume und zu ähnlichen Zwecken nutzbar gemacht hat. Bei den neuesten Einrichtungen wird die Zerrung des geschnittenen Bleches gleichzeitig mit dem Schnitt bewerkstelligt. Abb. 413a zeigt einen Teil des Messers, welches den Schnitt bewirkt. Dasselbe hat die Form des halben Rhombus, welches das Netzwerk kennzeichnet, und eine solche Dicke, daß es nicht nur schneidet, sondern gleichzeitig das abgeschnittene Material herunterzerrt, so daß eine Öffnung von der Form des halben Rhombus entsteht. Die in der nächsten Reihe nach einer seitlichen Versetzung, welche gleich ist der halben seitlichen Entfernung der Felder, beiderseitig folgenden Schnitte bilden dann (Abb. 413b) den Rhombus aus, wie auch vorher bereits die Vorbereitung dazu sich vollzogen hatte.



413. Schnittgitter.

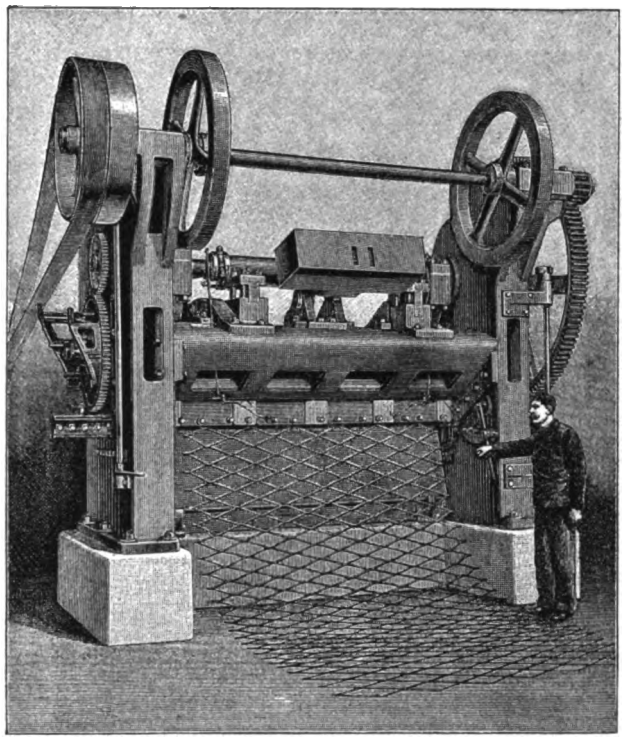
Abb. 414 zeigt die mächtige Maschine*), welche solches Netzwerk in etwa 2 m Breite und der etwa doppelten Länge der vorgelegten Blechtafel liefert.

Einen Übergang hierzu bildete schon längst die Schloßfabrikation, allerdings in genau umgekehrtem Sinne. Der Schloßkasten ist von jeher aus Blech zusammengebogen

*) „Prometheus" Nr. 457.

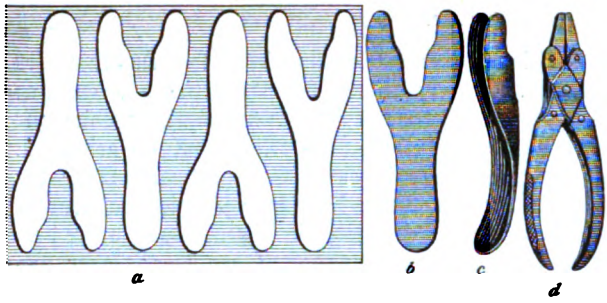
Digitized by Google

und durch Nietung gefestigt worden. Die Riegel wurden geschmiedet, werden heute aber vielfach aus Blechstücken zusammengelegt. Der Amerikaner hat statt dessen das Gußeisen — Grauguß, nicht Temperguß — eingestellt, welches ihm in vorzüglicher Güte zur Verfügung steht, und eine großartige Massenfabrikation — Massenguß — geschaffen. Abb. 204 auf S. 86 zeigt ein nach dieser Methode in einem Stück auf dem Wege der Maschinenformerei gegossenes Schloß in der Königlichen Fachschule für die Stahlwaren- und Kleineisenindustrie des Bergischen Landes zu Remscheid, die folgende das Innere desselben. Rückläufig also bildet sich nunmehr die Herstellung sonst massiver Körper aus Blech aus. Abb. 415a—c, S. 184, zeigt einige Zwischenstufen in der Herstellung einer Flachzange aus Blech — Preßblech — ebenfalls den Werkstätten der Remscheider Fachschule entstammend; b ist das kalt ausgestanzte Blechstück, a das zur Erläuterung des Vorganges beigefügte Reststück, c die Form desselben nach der ersten Pressung und d die fertige Zange. Abb. 416 zeigt eine Beißzange derselben Fabrikationsmethode, und Abb. 417 ein Drehbankherz. Sehr hübsch ist die Herstellung von Tischrollen aus Preßblech (Amerika, Abb. 418—424). Die Abb. 425 zeigen ein allerneuestes amerikanisches Produkt des Blechpressens in Verbindung mit dem drücken, welches auf schwere Bleche ausgedehnt worden ist: eine zweiteilige Riemenscheibe, Ariel, die, abgesehen von kleinen Verbindungsstücken, aus 24 Teilen zusammengesetzt ist. — Der Kranz besteht aus 2 halbkreisförmigen, am Rand umgebördelten Teilen, die für sich wieder aus je 2 gewinkelten Hälften a, a u. 425[3] zusammengesetzt sind. Auch die 6 Arme b sind je für sich wieder aus 2 Preßstücken zusammengesetzt und legen sich mit ihren winkelrecht umgebogenen inneren Enden an die halbe Nabenschale n an. Zum zusammenhalten dienen für den Kranz je 2 in der Zeichnung gut erkennbare Schraubenstifte m, und für jede Hälfte der Nabe 2 gepreßte Sättel c, welche nach dem aufsetzen der beiden Scheibenhälften auf die Welle durch die Schraubenbolzen d zusammengehalten werden. Die eigentliche Nabe wird aus 2 gegossenen Hälften (Abb. 425) gebildet. Der Großfabrikation, in welcher die Firma Stephan, Witte & Co. in Iserlohn für Deutschland bahnbrechend vorangegangen ist, gehört die Herstellung gepreßter Riemenscheiben (Abb. 426) an, ebenso wie die von sonst aus Eisenblech zusammengenieteten, in Remscheid aus Stahl gegossenen Rahmen für Straßenbahnwagen (Abb. 427). Auch Wagenräder werden auf diesem Wege, wieder wie bei Riemenscheiben mit gußeiserner Nabe, in Amerika hergestellt, während sich in der deutschen Fabrikation unter vielen anderen Gegenständen eine sehr hübsche Anwendung des Preßbleches zu Dachfenstern herausgebildet hat.



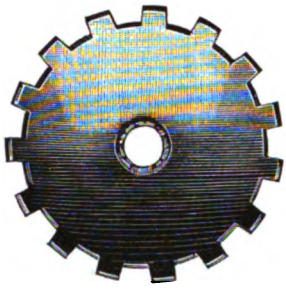
414. Maschine zur Herstellung von Blechgittern.

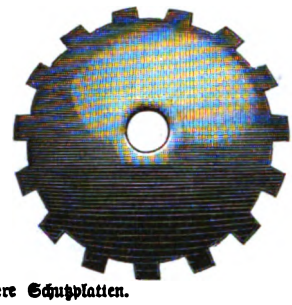
Digitized by Google



415. Zange aus Preßblech. (Zu S. 188.)

416. Heißzange aus Preßblech. 417. Drehbankherz aus Preßblech.

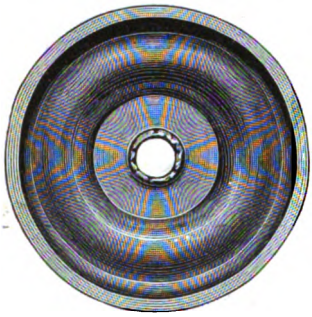




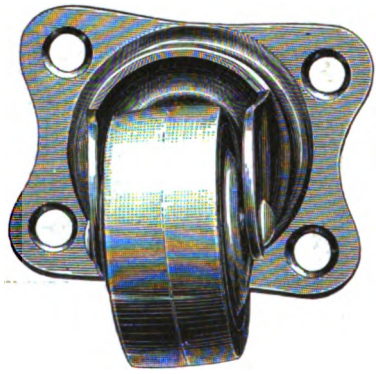
418 u. 419. Innere Schutzplatten.

422. Zusammengepreßt.

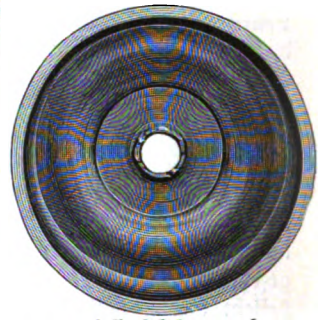
423. Nachgelocht.



420. Halbe Schale von innen.

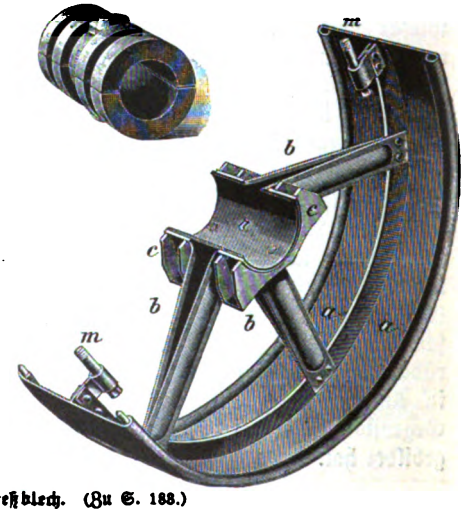


424. Fertige Rolle.



421. Halbe Schale von außen.

418—424. Tischrolle aus Preßblech. (Zu S. 188.)



425 Riemenscheibe aus Preßblech. (Zu S. 188.)

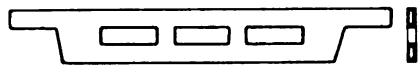
Digitized by Google

Schließen wir dieses Kapitel mit einem kurzen Hinweis auf die andere Grenze der Blechverarbeitung, wenn auch nicht nur des Eisens, ab: Die heutige grobe Uhrenfabrikation, von der Schwarzwälder Wanduhr, der Ruhlaer, für drei Mark verkauften, vollständig gangbaren Taschenuhr bis herunter zur Kinderspieluhr, ist in der Grundlage die Verarbeitung des Bleches durch stanzen und drücken. So berühren sich auch hier, wie so oft, die Grenzen zweier ganz verschieden erscheinenden Gebiete, Kleineisenindustrie und Uhrenfabrikation, vermittelt durch die die heutige Industrie beherrschende Massenfabrikation.

426. Gepreßte Riemenscheibe.

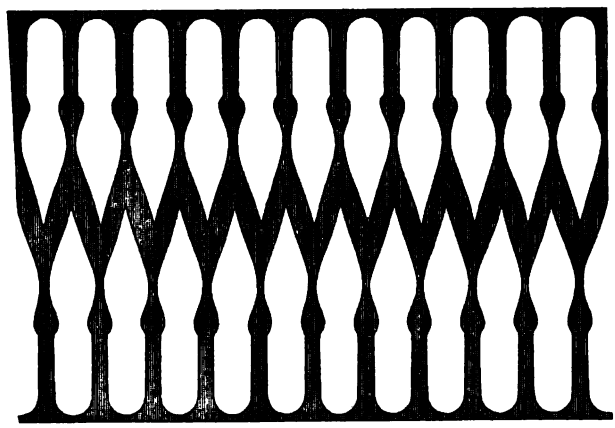
Die Herstellung der Stahlfeder.

Noch vor 50 Jahren ein Luxus neben der damals allmächtigen Gänsekielfeder, hat sich die Stahlfeder zu einem in allen gesellschaftlichen Schichten unentbehrlichen Werkzeug emporgeschwungen, dem nur in dem letzten Jahrzehnt eine Konkurrenz in der Schreibmaschine erwachsen ist; dieselbe kann und wird sie aber niemals verdrängen. So gewaltige Fortschritte auch diese sinnreiche Maschine gemacht hat — sie wird stets nur auf das gut ausgestattete Arbeitszimmer angewiesen bleiben und der Stahlfeder das weite Feld der Gelegenheitsschreiberei und der bescheideneren Arbeitszimmer überlassen müssen. Höchstens kann das Wort „Stahl" verdrängt werden. Wenn das weiche, wenn auch diamantbewehrte Gold und das Gummi an die Feder herantreten konnten, wird sich — vielleicht in dem vielseitig benutzten Celluloid — auch ein anderes williges Ersatzmittel finden. Einstweilen aber heißt es noch Stahlfeder.



427. Rahmen für Straßenbahnwagen aus Preßblech.

Freilich liegt selbst heute noch eine nicht unwesentliche Schwierigkeit in dem erforderlichen Material. Denn das betreffende Stahlblech wird trotz der gewaltigen Fortschritte unseres Eisenhüttenwesens heute noch vorzugsweise aus England bezogen, wie überhaupt die Schreibfederfabrikation erst in jüngster Zeit sich in Deutschland heimisch gemacht hat. Selbst der bekannte Soennecken, dessen Name innig mit den Fortschritten der Federformen verknüpft ist, läßt seine deutsche Feder in England herstellen. Die Hauptvertreterin der deutschen Federfabrikation ist die Firma Heintze & Blankertz in Berlin, der wir die Abb. 429, 430, 433—435 verdanken, der sich in den letzten Jahren neben einigen kleineren Fabriken Brause & Co. in Iserlohn angeschlossen haben. Ein besonderer äußerer Grund für die noch nicht genügend erreichte Vollkommenheit des deutschen Stahlbleches liegt nicht vor. Wir werden finden, daß die einzelnen Vorgänge bei der Herstellung der Feder vollkommen in dem Bereich unseres vaterländischen Könnens liegen.

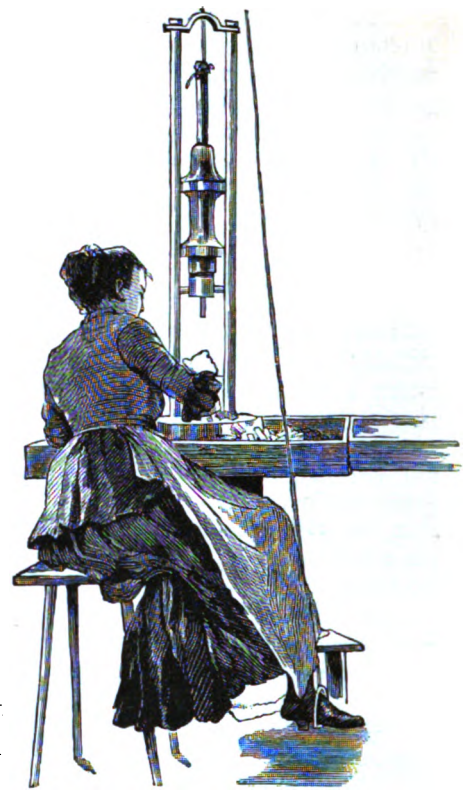


428. Ausgestanzte Federplatte.

Das sehr glatt ausgewalzte blanke Stahlblech von etwa einem halben Millimeter Stärke wird in Streifen geschnitten, deren Breite der Länge zweier Federn entspricht, die mit den Spitzen ziemlich dicht gegeneinander gelegt werden (Abb. 428), so daß der uns bereits aus dem früheren bekannte „Schnitt" möglichst sparsam ausfällt. Das Werkzeug ist

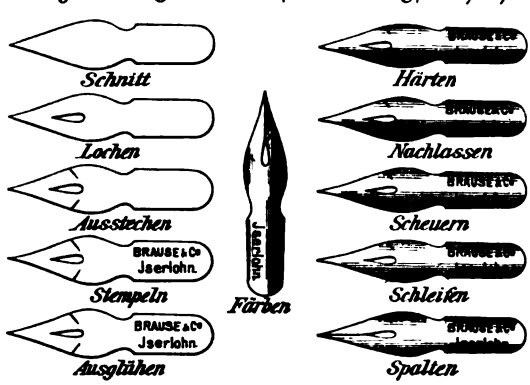
Digitized by Google

429. Ausstanzen der Federplättchen.



430. Einprägen des Firmenstempels.

die Spindelpresse, welche (Abb. 429) mit der rechten Hand gedreht wird, während die andere gewandt den Streifen zurechtlegt — verhakt — und rechtzeitig weiterschiebt. Die oben genannte Firma Brause & Co. in Iserlohn hat auch selbstthätig vorschiebende Maschinen im Dienst, welche diese Arbeiten — pressen und vorschieben — automatisch besorgen.

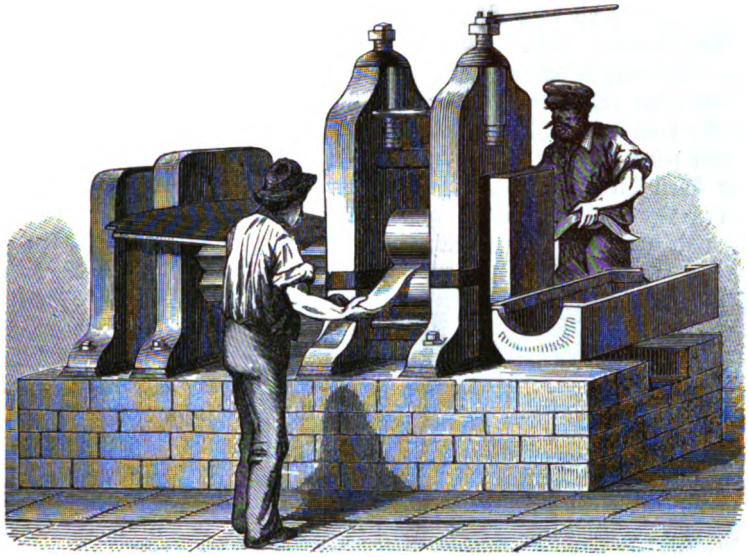


431. Herstellung der Stahlfeder.

Dem Schnitt folgt das prägen. — Mehr als an irgend einem anderen Artikel hat sich bei der Feder das Fabrikzeichen eingeführt, welches jeden, der eine für seine Hand gut passende Feder gefunden hat, in den Stand setzt, sich dasselbe Fabrikat stets wieder zu verschaffen. Hier tritt meist der leichte Fallhammer (Abb. 430) an die Stelle der Presse, die immerhin auch diese Arbeit zu leisten imstande ist. Aber der Fallhammer gibt freiere Bahn. Er kann leicht mit dem Fuß in Gang gesetzt werden, so daß beide Hände für das hinlegen und fortnehmen freibleiben. Hierauf folgt das lochen (Abb. 433) und dann die Anbringung der erforderlichen Seitenschlitze, wieder auf der Spindelpresse.

Es handelt sich nun darum, der Feder die bekannte cylindrische Form zu geben, wobei auch die anderen Nebenformen, das Tintensäckchen, die Kröpfung u. s. w. mit hineingebracht werden. Indessen ist die Beanspruchung, welche das Blech bei dieser

Digitized by Google



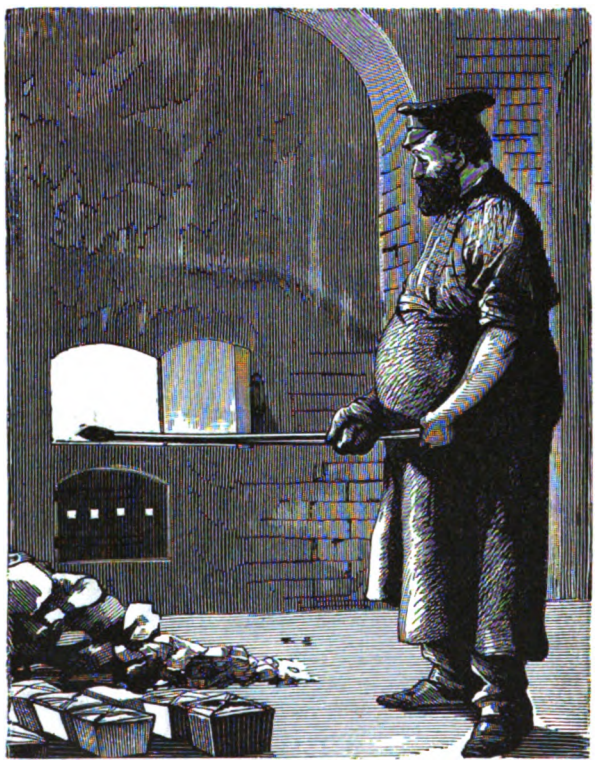
432. Das nachwalzen des Stahlbleches.

433. Lochen der Federn.

434. Das schleifen der Federn. (Zu S. 188.)

Digitized by Google

Biegung erfährt, zu groß, um sie in dem bisherigen durch das walzen gehärteten Zustande zu vertragen; auch ist die dem Bleche noch innewohnende Federkraft dieser Formgebung im Wege. Die Plättchen müssen also zunächst geglüht werden, um dadurch ihre Steifigkeit zu verlieren. Sie werden daher zu einigen Hundert in ein Blechkästchen gethan und mit diesem in den Ofen geschoben, den sie rotglühend wieder verlassen. Nach dem erkalten tritt die Presse wieder in Thätigkeit und gibt dem Plättchen die endgültige Form. Ist das Blech sehr fester Art, so folgt nun erst das stempeln, welches in diesem Falle bei ungeglühtem Blech die Stempel zu sehr beanspruchen würde. Dann wandern die Federn wieder in den Ofen — diesmal in gußeisernen Kasten (Abb. 435) und in größeren Mengen — und nun, sorgfältig gleichmäßig glühend gemacht, in das härtende Rüböl.



435. Glühen der Federn vor dem härten.

Die so erlangte Härte ist aber zu schroff. Es erfolgt daher eine nochmalige Erhitzung auf eine niedere, genau nach der Farbe bemessene Temperatur, nach welcher die erforderliche „Federhärte" erreicht ist.

Nun gelangen die Federn in die Scheuertrommeln, in denen sie mit Sand oder Schmirgel sich eine Zeitlang umherzutummeln haben, um dieselben blank und sauber zu verlassen. Dann folgt das schleifen der Spitze, eine überaus heikle Arbeit (Abb. 434), die indessen von den Arbeiterinnen mit großer Gewandtheit verrichtet wird. Von der Sorgfalt dieser Arbeit hängt die Güte der Feder ab.

Nun erst kommt die Spaltung an die Reihe, welche der Feder erst ihre Brauchbarkeit verleiht. Diese Operation erinnert bei der peinlichen Genauigkeit, welche sie erfordert, an das lochen der Nähnadel und wird auch in ganz ähnlicher Weise ausgeführt. Es ist wieder die Handpresse, welche dazu dient und mit einem feinen Paar Scherbacken versehen ist, zwischen welche, wenn geöffnet, die Feder gelegt wird. Damit der Schnitt haarscharf, genau und gerade ausfällt, sind kleine Anschläge angebracht, gegen welche, wie es ja bei solchen Arbeiten immer geschieht, die Feder gelegt wird.

Vielfach werden die Federn auch noch gefärbt. Es geschieht dies entweder durch anlassen oder lackieren. Beides wird über offenem Feuer, bei geringeren Mengen in einem Blechkasten, bei größeren in einer Trommel bewirkt, wobei entweder die gewünschte Anlauffarbe — Gelb oder Blau — abgewartet oder ein färbender Lack verwendet wird, während die Federn durcheinander gewälzt werden.

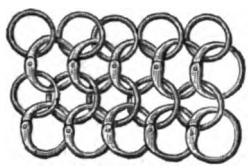
Den Schluß bildet die sorgfältige Aussuche namentlich mit Bezug auf Spalt und Schliff.

Digitized by Google

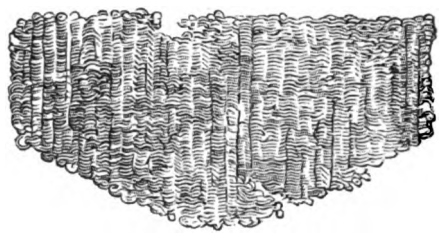
Drahtgebilde.

Die Zeit der ersten Drahtgebilde fällt wohl zusammen mit der ältesten Drahterzeugung. Denn die ersten Drahtstücke, welche der Eisenarbeiter durch ausschneiden von Hand lieferte, waren kaum Draht in unserem heutigen Sinne zu nennen, sondern entstanden als vorbereitete Stücke für besondere Zwecke, unter denen wohl der Ringpanzer einer der wichtigsten war. Waffen — Schutz- und Trutzwaffen — waren ja die wichtigsten Erzeugnisse der alten Schmiede.

So ist vielleicht der Kettenpanzer, bestehend aus ineinandergehakten, zuerst wohl nur zusammengebogenen Ringen, als das älteste regelmäßig hergestellte Drahtgebilde zu betrachten. Mit der Ausbildung der Herstellung des Drahtes wuchs die Verwendung, zunächst zum binden und dann zur künstlerischen Verarbeitung, wobei Gold und Silber,



436. Genietete Panzerringe.



438. Römischer Ringpanzer.

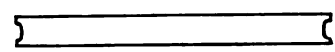
437. Panzergeflecht.

Kupfer und Bronze ihrer leichteren Verarbeitungsfähigkeit wegen und auch in ihrer Verwendung zu Schmucksachen dem schwerfälligeren Eisen den Vorrang abgelaufen haben mögen. Beläge dafür sind nicht vorhanden; die uralten Schmucksachen dieser Art können nicht direkt als Beweise dienen, da eiserne Gegenstände von der hier in Rede stehenden Feinheit dem nagenden Einfluß der Zeit bei weitem nicht so lange zu widerstehen imstande sind, wie jene.

Die Haltbarkeit des verzinnten*) Drahtes und die mit den Fortschritten des Eisenhüttenwesens wachsende Weichheit des Materials werden schon frühzeitig die Verwendung auch des Eisendrahtes zu anderen Geflechten in die Wege geleitet haben; entstammt doch derselben die bekannte und noch neuerdings durch Frauberger**) verjüngte und in moderne Wege geleitete Drahtwarenindustrie, deren Erzeugnisse in Form von Mausefallen, Drahtkörben und sonstigen Gebilden zu allen möglichen Zwecken allerorts zu finden sind.

Neben diesen Formgebilden entwickelte sich längst die Herstellung ebener Erzeugnisse, welche als Siebe, Gitter u. s. w. von jeher reichliche Verwendung gefunden haben.

439. Schnitt.



440. Ansicht.

439 u. 440. Drahtflechtspule.

Wir unterscheiden hier Drahtgewebe und Drahtgeflechte.

Die Drahtgewebe entsprechen in Form und Herstellung genau den Erzeugnissen der Textilindustrie. Wir finden auch hier Kette und Einschlag. Die bei den Handwebstühlen meist horizontal liegende Kette besteht aus den dem Arbeiter zulaufenden Fäden bezw. Drähten, welche sich von dem querliegenden Kettenbaum abwickeln. Zwischen ihnen, die abwechselnd gehoben und gesenkt werden, wird der Einschuß durchgeschoben und durch das Riet, Webeblatt, angedrückt. Zum durchführen des Schusses dienen längliche Spulen (Abb. 439 u. 440), Blechstreifen, auf welche der Draht aufgewickelt ist. Die Operation wird noch heute vielfach mit der

*) Das verzinnen des Drahtes und des Eisens war nach Theophrast schon den Athenern bekannt. Beck, „Geschichte des Eisens", I, S. 459.

**) Die Hausindustrie zu Neroth und Umgebung in der Eifel ist durch die belehrende und anregende Thätigkeit des Genannten und durch die Unterstützung des Gewerbemuseums zu Düsseldorf in den letzten Jahrzehnten zu erneuter Thätigkeit entflammt worden.

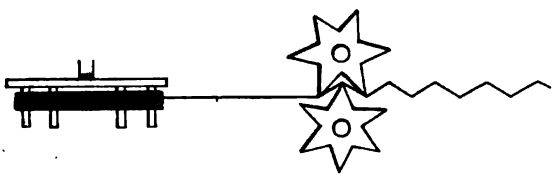
Digitized by Google

Hand ausgeführt und liefert neben den bekannten Erzeugnissen u. a. das Rabitzgewebe, die Grundlage der Rabitzwände, die dem Gips den Halt gibt.

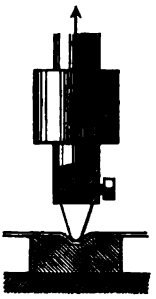
Bei stärkeren Geweben werden die Schußfäden als nach Maß abgeschnittene Stangen eingelegt; es fällt dann auch das wulsten der Kanten fort.

Die neuerdings eingeführten Drahtwebemaschinen — mechanische Drahtwebestühle — haben kreisrunde Spulen, siehe Abb. 441, links auf dem Schlitten, und können daher mit stärkerem Draht arbeiten.

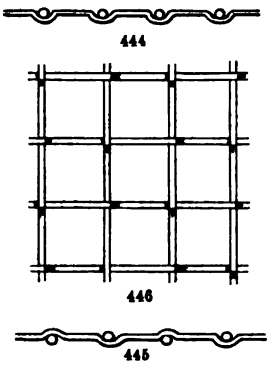
Aus diesen Abbildungen ist die Webeart deutlich zu erkennen. Wir sehen oberhalb des Schlittens die gespreizten, hier von unten nach oben laufenden Kettendrähte und die bereits besprochene Spule bereit, ihre Bahn zu durchlaufen. Nach jedem Durchschuß drückt das Riet die Fäden zusammen und gibt ihnen dabei die bleibende, dem Gewebe eigentümliche Durchbiegung.



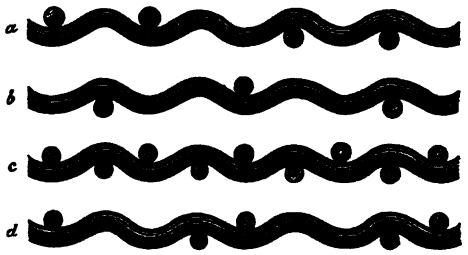
442. Knicken des Drahtes.



443. Durchpressen des Drahtes.



444—446. Preßgitter.

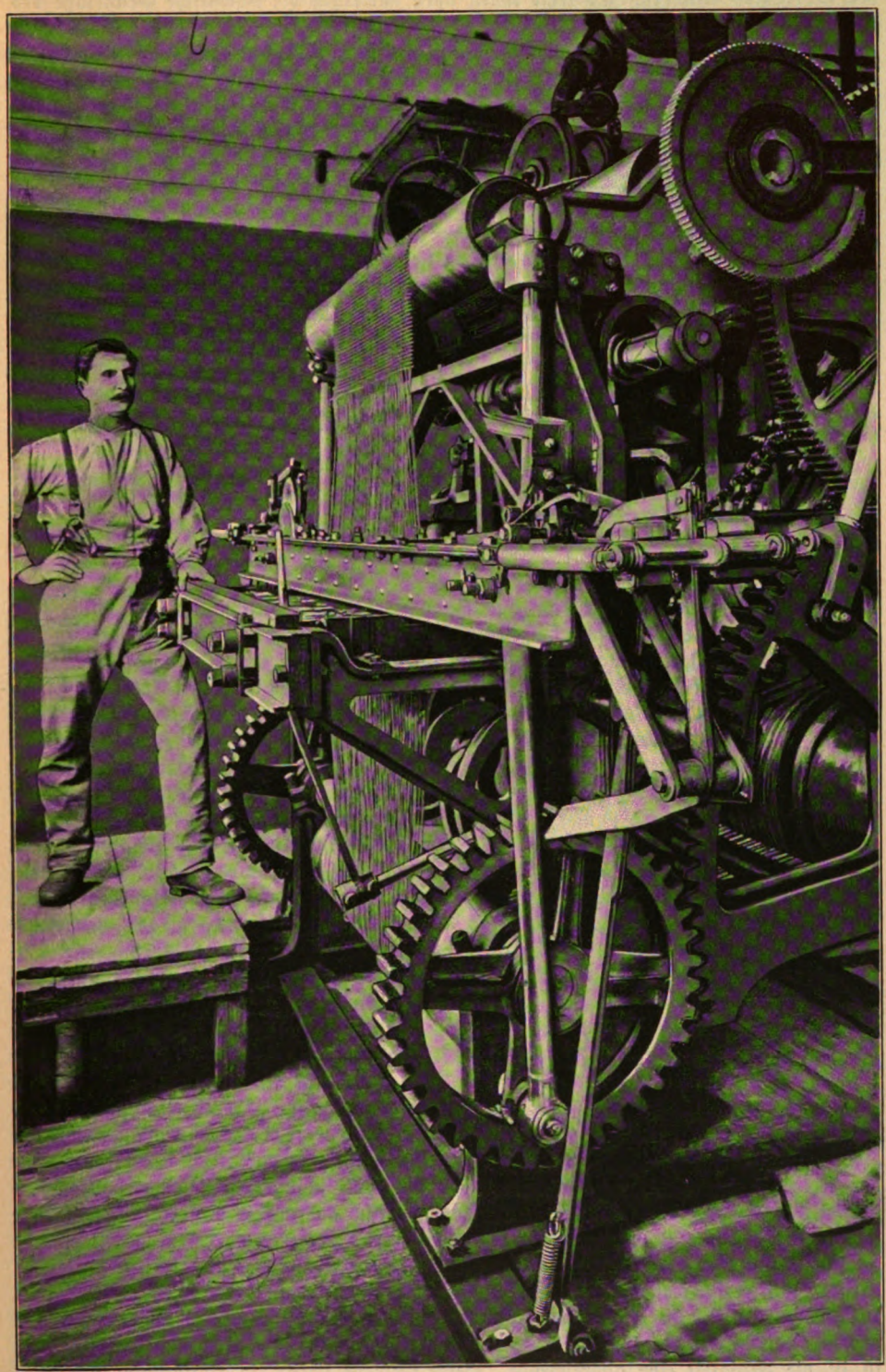


447. Wellengitter.

Starker Draht läßt sich nicht weben. Der Draht wird aus diesem Grunde in bestimmten Längen — der Begriff der Kette und des Einschlags fällt hier fort — durch die Wirkung von Zähnen vorgebogen (Abb. 442), zwischen denen der Draht durchgezogen wird. Bei noch stärkerem Draht genügt auch dies nicht. Die Biegungen werden daher durchgepreßt (Abb. 443), wozu irgend welche Pressen oder auch Fallwerke benutzt werden. Dieselben sind mit einer Speisevorrichtung versehen, damit der Draht gleichmäßig zugeführt wird und die Durchbiegungen gleichmäßig entstehen. Die Tiefe dieser Durchbiegungen bedingt die Ein- oder Zweiseitigkeit des „Preßgitter" genannten Gewebes. Das erstere (Abb. 444) hat eine vollständig ebene Seite, wie sie vielfach gefordert wird, während in der Abb. 445 das zweiseitige Gewebe dargestellt ist, bei welchem die doppelte Anzahl zudem abwechselnder Durchpressungen vorhanden sein muß. Die so vorbereiteten Stäbe werden dann von Hand zusammengestellt. Die Ansicht dieser beiden Gewebearten (Abb. 446) ist dieselbe.

Biegt man den Draht enger durch, so entstehen wellenförmige Stäbe, welche eine dem Auge gefällige Verschiedenheit in der Anordnung (Abb. 447 a—d) herauszubilden gestatten. Diese Gebilde, Wellengitter genannt, müssen ihrer Form nach immer noch mit dem Namen Gewebe bezeichnet werden, obwohl sie der Arbeit nach schon an den Begriff

Digitized by Google



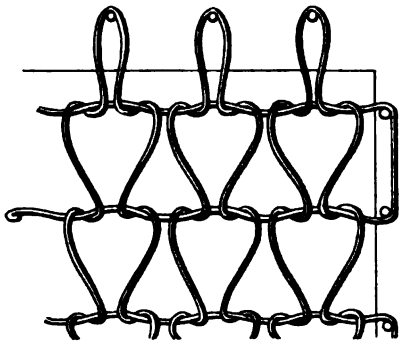
441. Mechanische Drahtweberei.

Digitized by Google

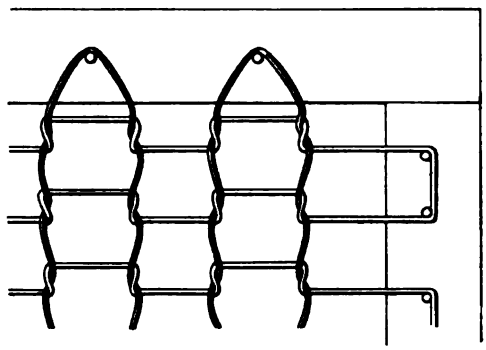
der Geflechte erinnern. Es fehlt ihnen aber immerhin die eigentliche Grundlage des flechtens, das umschlingen.

Wie bei den Drahtgeweben gibt es auch bei den Drahtgeflechten Hand- und Maschinengeflechte, wobei sich indessen letztere der Anteilnahme der Maschine nach wesentlich von den Maschinengeweben unterscheiden.

Unter den Handgeflechten unterscheidet man im wesentlichen die dreieckigen von den viereckigen Geflechten. Beide Geflechte werden auf primitivstem Wege von Hand

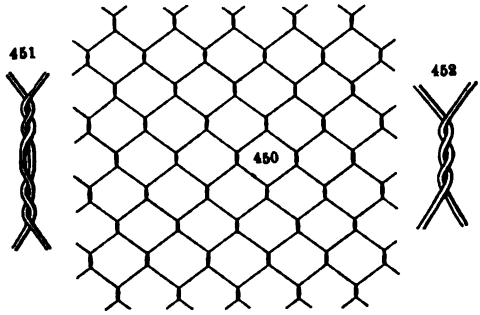


448. Dreieckgeflecht.



449. Viereckgeflecht.

hergestellt, noch weit einfacher, als das Handgewebe. Die Hilfsmittel sind (Abb. 448 u. 449) ein einfacher irgendwie festgelegter Baum und eine Anzahl Wickel oder Knäuel von möglichst weichem Draht, welche der Flechter regelmäßig zu umschlingen hat. Auch hier ist wieder Kette und Einschlag zu unterscheiden. Wir sehen in beiden Abbildungen — Abb. 449 stellt das Vierkant-Handgeflecht dar — eine Gruppe von Drähten senkrecht vom Baum ab und die andere querdurch laufen, was durch die Art der Zeichnung leicht kenntlich gemacht worden ist. Die Arbeit erfordert bei den stärkeren Drahtnummern viel Kraft und dabei ein gutes Augenmaß, da jede unterstützende Hilfe fehlt.



450—452. Sechskantgewebe.

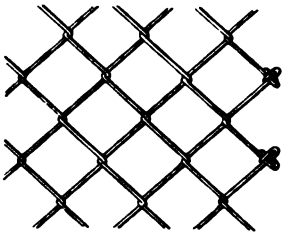
Leichter ist die Regelmäßigkeit bei dem Sechseckgewebe (Abb. 450) zu erzielen, welches in zwei verschiedenen Formen in den Abb. 445 u. 446 dargestellt ist. Hier ist nur Kette vorhanden. Die Drähte laufen sämtlich vom Baum aus auf den Arbeiter zu, der sie, ebenfalls zu Knäueln aufgewickelt, hantiert. Auch hier sind Maschinen erdacht worden.

Das in Abb. 450 dargestellte Geflecht kann ohne nähere Betrachtung sowohl für das der Abb. 451 wie auch das der Abb. 452 gehalten werden. Beide sind indessen doch ganz wesentlich verschieden. In der letztgenannten Abbildung finden wir an den Verbindungsstellen eine vollkommen durchgeführte Umwindung, so daß die Maschine wirklich die Drähte mehrmals umeinander winden muß, bevor sie zur weiteren Maschenbildung übergehen darf. Dagegen werden die Drähte in dem Geflecht der Abb. 451 nur lose nebeneinander gelegt, um die Stifte verhakt und zusammengewirbelt. Dies Geflecht ist also an jeder Stelle wieder aufzulösen, was mit dem erstgenannten nicht geschehen kann. Da diese Gewebe indessen fast nur verzinkt in den Handel kommen, wodurch eine gewisse Verlötung bewirkt wird, so ist die Festigkeit eine ausreichende. Beide Gewebe finden zu Umzäunungen außerordentlich viel Verwendung. Die Herstellung dieser Gewebeart findet besonders in

Digitized by Google

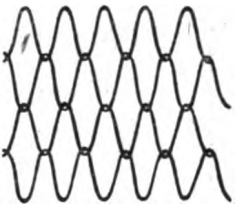
England und Deutschland statt. Sehr große Quantitäten gehen nach Australien zum Einhegen der Felder gegen die dortige Kaninchenplage.

Ein sehr gefällig aussehendes und billiges Maschinengeflecht hat sich in neuester Zeit recht beliebt gemacht, es ist dies das Spiralgeflecht. Für große Flächen findet es nur als Flachspiralgeflecht Verwendung. Dasselbe, in der Abb. 453 abgebildet, wird rein maschinenmäßig hergestellt und zwar auf verblüffend einfache Weise. Der von einer Spule kommende, oft bereits verzinkte oder auch verzinnte Draht — die anderen Geflechte und Gewebe werden vielfach nach der Herstellung verzinkt — wird auf einen flachen Streifen, a, gewunden (Abb. 454), so daß er in der Projektion die Form eines flachgedrückten Ovals erhält (Abb. 455), und läuft in dieser Flachspiralform auf dem Tisch entlang. Die folgende Spirale macht genau denselben Weg, windet sich aber dabei mit großer Gewandtheit durch die Windungen seines Vorgängers, meist nur zuletzt der Nachhilfe bedürfend. Zur Sicherung der Spiralbildung ist vorn eine spiralförmig durchbrochene Stahlröhre b angebracht, welche kräftig mit Seifenwasser umspült die nötige Führung gibt.

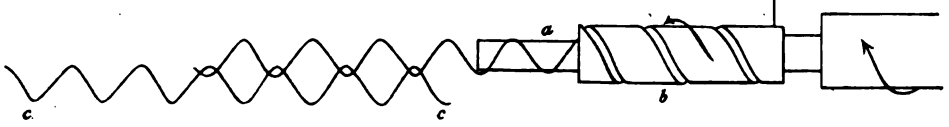


453. Flachspiralgeflecht.

455. Spule der Windemaschine.



456. Cylindrisches Spiralgeflecht.



454. Winden der Spiralen.

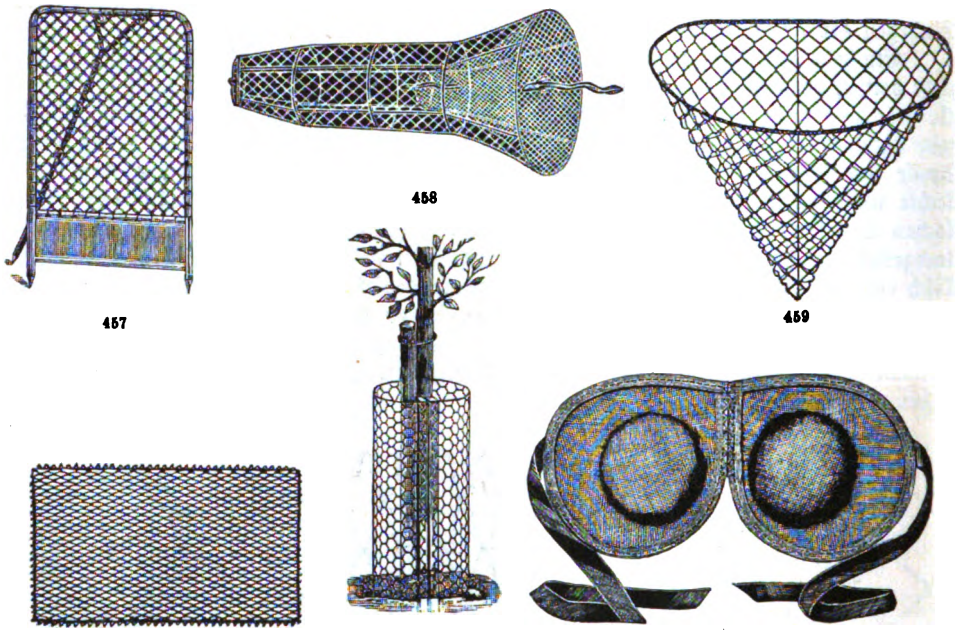
Die Drähte werden, nachdem sie eine bestimmte Länge — die Breite des Geflechtes — durchlaufen, abgeschnitten und zuletzt (Abb. 453) umgebogen, wodurch das Gewebe seine Festigkeit in der einen Richtung erhält. In der anderen Richtung, senkrecht zu den Spiralen, bleibt es lose und kann so ganz eng zusammengelegt werden. Erst durch das ausspannen an Ort und Stelle erhält es seine eigentliche Gestaltung.

Das cylindrische Spiralgewebe (Abb. 456) findet, in allerfeinster Form, als Filtrierfläche Verwendung, während es, in größeren Spiralen ausgeführt, in neuester Zeit sich in Verwendung zu Matratzen und Fußmatten (Abb. 460) recht beliebt gemacht hat. Hier wird es durch die Endstäbe versteift; häufig sogar als Doppelgeflecht senkrecht zu einander durchgewunden, wodurch eine überaus haltbare und zweckentsprechende Fläche entsteht.

Die folgenden Abbildungen zeigen einige dem Kataloge der genannten Firma (Abb. 464) entnommene Verwendungen der Hand- und Maschinengewebe und -Geflechte, wie sie sich als Siebe (Abb. 457), Maulkörbe, Fischreusen (Abb. 458), Hühnernester (Abb. 459), Fußmatten (Abb. 460), Baumschützer (Abb. 461), Funkenfänger, Schutzbrillen (Abb. 462) und Drahtkappen für Preßflaschen (Abb. 463) beliebt gemacht haben. Da Material und geeignete Arbeitskräfte reichlich zur Hand sind, so ergibt es sich von selbst, daß derartige Fabrikate (Abb. 465 u. 466) häufig mit der eigentlichen Flechterei oder Weberei verbunden werden.

So findet man in derartige Anlagen auch eine Fabrikation verlegt, welche eigentlich mehr zur Drahtseilerei gehört: Die Herstellung von Stacheldraht, immerhin ein Drahtgebilde. Der Stacheldraht, ein Produkt der letzten Jahrzehnte, wird in sehr großen Mengen zum umzäunen von Geländen verwendet, um die Weidetiere ab- oder zusammenzuhalten. Er geht aus diesem Grunde auch in großen Mengen ins Ausland.

Digitized by Google



457 458 459 460 461 462

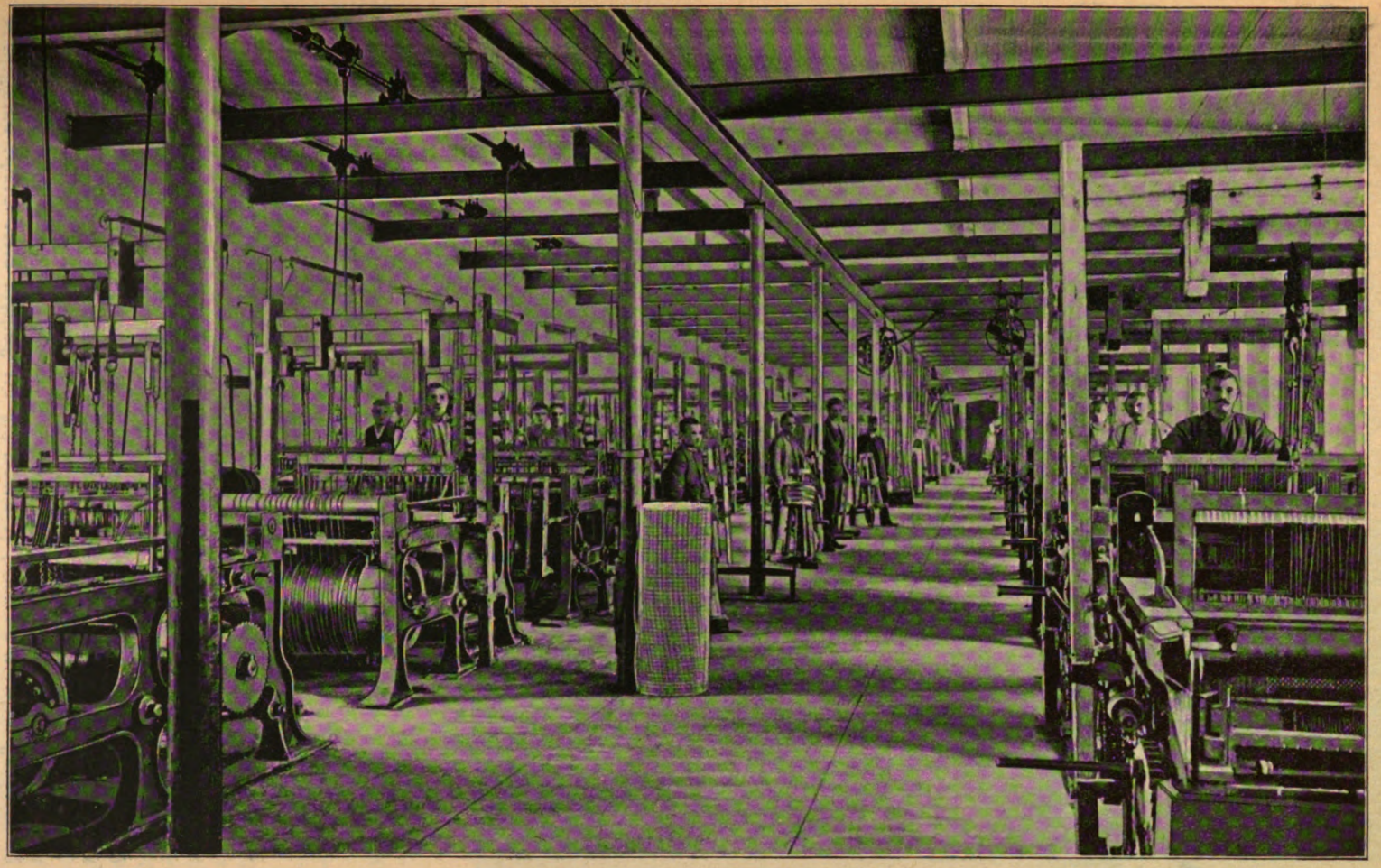
457 bis 462. Gerätschaften aus Draht. (Zu S. 198.)

457 Sieb, 458 Aalreuse, 459 Hühnernest, 460 Fußmatte, 461 Baumschützer, 462 Schutzbrille.

Das Grundprinzip der Herstellung ist in der Abb. 467 dargestellt. Der in der Regel verzinkte Hauptdraht, welcher, wie stets bei den Drahtverarbeitungsmaschinen, auf einem rechts zu denkenden Haspel liegt, wird durch die Hülse a geführt, welche in Lagern liegt und in unterbrochene Umdrehung versetzt werden kann. Auf einem anderen Haspel befindet sich der zur Bildung der Stacheln erforderliche Draht, meist derselben Gattung wie der Hauptdraht, wir wollen ihn Spitzendraht nennen, welcher bei b, senkrecht zum Hauptdraht, zugeführt wird und scharf abgeschnitten worden ist. Er tritt über den Hauptdraht und unter einer Nase c durch, welche sich an der Hülse a befindet. Wird nun diese Hülse in der Richtung des in der Abb. 468 angegebenen Pfeiles gedreht, so wird der Spitzendraht zunächst herunter und im weiteren Verlauf um den durch die Hülse gehenden Hauptdraht gebogen, während er sich dieser Aufwindung entsprechend von seinem Haspel abwindet. In der in der Abb. 468 angegebenen Stellung hört die Bewegung der Hülse und damit das aufwinden des Spitzendrahtes auf, und es tritt ein Scherapparat in Thätigkeit, welcher den in dieser Abbildung angedeuteten scharfen, schrägen Schnitt vollführt und Abtrennung und Spitzenbildung zugleich bewirkt. Nun läuft gleichzeitig mit dem ersten Hauptdraht ein bis dahin nicht gezeichneter zweiter Draht, d (Abb. 469),

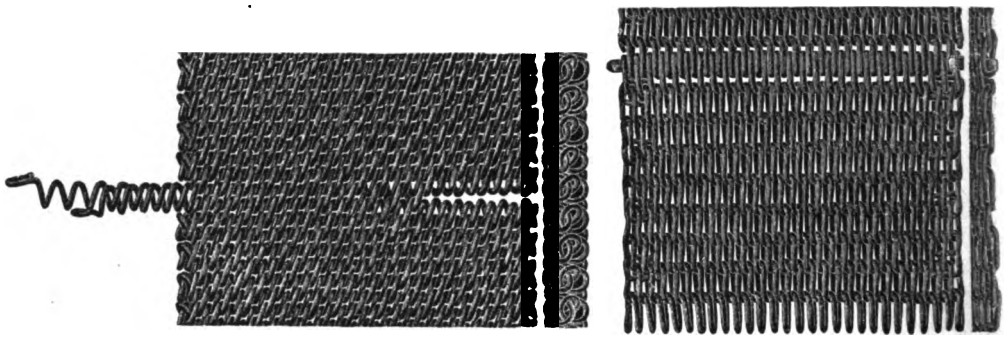
468. Drahtkapsel. (Zu S. 198.)

Digitized by Google



464. Arbeitssaal der Drahtweberei von C. H. Schmidt in Niederlahnstein.

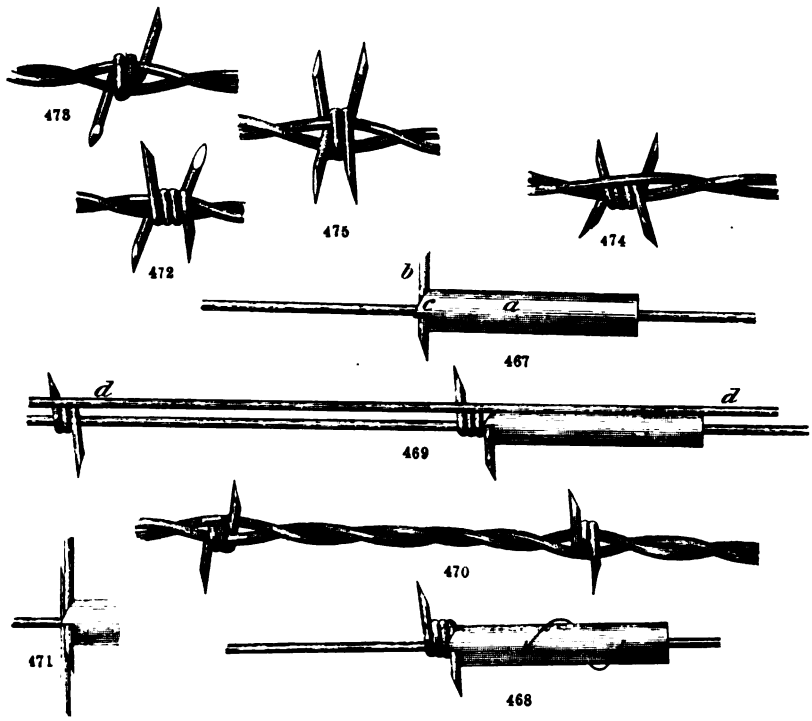
Digitized by Google



465 u. 466. Drahtriemen. (Zu S. 193.)

über der Hülse, also einstweilen frei, her und setzt mit diesem zugleich seine Bewegung fort. Beide gelangen dann in den Seilschläger, der die einfache Verwindung derselben bewirkt, den fertigen Stacheldraht in der in Abb. 470 angegebenen Art bildet und gleichzeitig auf einen Haspel windet.

In der Abb. 471 ist eine ähnliche Hülse dargestellt, welche aber mit zwei Nasen versehen ist und den Spitzendraht von zwei Seiten her, unten und oben, zugeführt erhält.



467—475. Stacheldraht. (Zu S. 194—197.)

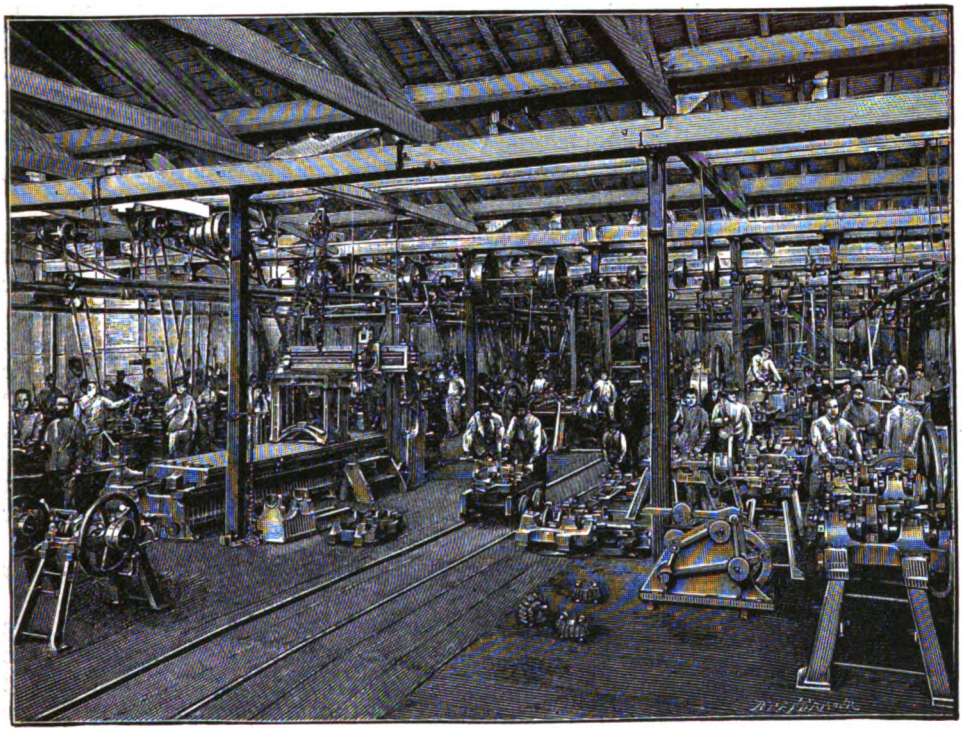
Es findet also nunmehr beim drehen der Hülse ein zweifaches aufwinden statt, und es werden vier Spitzen gebildet, wie in Abb. 472 angegeben ist.

Läßt man den zweiten Draht d nicht frei über der Hülse a laufen, sondern führt man ihn mit durch diese Hülse durch oder durch eine zweite nebenliegende Hülse, welche die Drehung derselben mitmacht, so windet sich der zwischen beide Drähte durchgesteckte

Digitized by Google

Spitzendraht um dieselben zusammen herum, und es entsteht eine noch festere Vereinigung von Haupt- und Spitzendraht. Nun kann man wieder entweder nur je einen Spitzendraht durchstecken, entsprechend der Abb. 473, oder deren gleichzeitig zwei, wie in Abb. 474 geschehen, und es bilden sich dann die Stachelknoten in der angegebenen Weise. Endlich können die beiden Hauptdrähte auch ganz zusammenbleiben, so daß die Spitzendrähte nicht durchgesteckt, sondern nur außen aufgewickelt werden. Hier endlich können wieder ein oder auch zwei Spitzendrähte umgewunden werden; im letzteren Falle entsteht da ein Stachelknoten, wie in Abb. 475 dargestellt ist.

Abb. 464 stellt das Innere eines Arbeitssaales der mechanischen Drahtweberei von C. S. Schmidt in Niederlahnstein dar, in welcher derartige Drahtgebilde hergestellt werden,



476. Arbeitswerkstätte der Maschinenfabrik von Malmedie & Co. in Düsseldorf.

und Abb. 476 eine Arbeitswerkstätte der Maschinenfabrik von Malmedie & Co. in Düsseldorf, welche die sämtlichen diesbezüglichen Maschinen fertigt und den heutigen Markt für diese Art Spezialmaschinen beherrscht.

Die Formveränderung, welche dem Draht zur Umwandlung in Stacheldraht — sowie auch zu dem a. a. O. besprochenen Drahtseil — lediglich aus Zweckmäßigkeitsgründen erteilt worden ist, führt uns über zum Zierdrahtgitter.

Schon die verschiedenen Drahtgeflechte wirken, zweckmäßig umrahmt aufgespannt, verschönernd und werden auch vielfach in diesem Sinne benutzt. Von diesen sind es, wie wir gesehen haben, das Preßgitter (Abb. 444—446) und das Vierkantgewebe (Abb. 453), welche bereits aus Einzelstäben bestehen, in deren Anordnung, wenigstens beim Preßgitter, dem Schönheitssinn besonders Rechnung getragen werden kann. Neuerdings gibt man nun den Drahtstäben Formen, welche in ihrer Zusammenstellung gefällige Figuren bilden und sich auf diese Weise zur Herstellung von Ziergittern vorzüglich eignen. Die Formgebung erfolgt durch Pressung, ähnlich, wie wir es bei den krausen Haarnadeln bereits im kleinen kennen gelernt haben.

Digitized by Google

Die Nadeln.

Der Gebrauchswert der Dinge ist oft ein ganz anderer als ihr Handelswert; aber der erstere wird uns gewöhnlich erst recht nahe gerückt, wenn wir eine notwendige Sache entbehren müssen. Lesen wir in Reisebeschreibungen, wie glücklich sich eine Eskimofrau fühlt durch das Geschenk einer einzigen Nähnadel, so haben wir damit gleich eine lebendige Illustration über den Unterschied beider Werte. Für den Menschen der ältesten Zeiten wuchsen die Nadeln wahrscheinlich frei in der Natur, und noch heute sehen wir Völker der Südsee mit spitzigen Dornen, Eskimos mit Fischgräten, afrikanische Neger mit eisernen Pfriemen Löcher in ihre Zeuge oder Tierhäute vorstechen und den Faden hinterher durchschieben. Die alten Kulturvölker jedoch gebrauchten bereits Nadeln in unserem Sinne, das sagt uns nicht allein das Neue Testament in seinem, allerdings umstrittenen Vergleich vom Kamel und Nadelöhr ausdrücklich, sondern wir vermögen das walten der Nähnadel schon bei viel früheren morgenländischen Völkern zu erkennen, bei denen sich ein Grad des Luxus namentlich auch in der Kleidung entwickelt hatte, der ohne jenes kleine Instrument kaum als möglich gedacht werden kann. Es wurde im Altertum nicht bloß genäht, sondern selbst gestickt („mit der Nadel gemalt" nannten es die Römer), und dies setzte Werkzeuge von gewisser Feinheit voraus.

Lange Zeit haben die Nadeln aus gespitzten Metallstiften bestanden, deren hinteres Ende zu einem Öhr umgebogen war; voran gingen ihnen die hörnernen und knöchernen Nadeln und zwar von grober, aber sonst recht brauchbarer Ausführung. Daneben aber finden wir unter den Überresten etruriſcher, keltischer, griechischer und altrömischer Kultur Nadeln, welche nicht nur in Bezug auf geschmackvolle künstlerische Ausführung noch heute als Muster dienen können, sondern die auch schon sehr scharfsinnig erdachte Instrumente darstellen, welche in den neuesten Zeiten geradezu erst wieder erfunden worden sind und ihrer Zweckmäßigkeit wegen massenhaft erzeugt und verwendet werden. Das Beispiel, welches wir hier im Auge haben, ist die sogenannte Schließnadel, die als etwas Neues in England patentiert worden und von dort zu uns gekommen ist; sie findet sich genau in derselben Form schon als Fibula bei den ältesten europäischen Völkern, und wenn wir unsere Altertumssammlungen durchwandern, drängt sich uns bei Betrachtung dieses unscheinbaren Gegenstandes die Wahrnehmung auf, daß wir in Rücksicht auf Schönheit der Form noch weit hinter der Gewerbthätigkeit des Altertums zurückstehen.

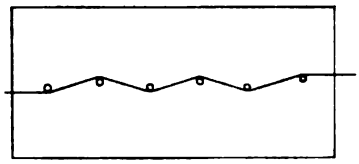
Als zu Anfang des 14. Jahrhunderts das mechanische Drahtziehen erfunden worden war, fiel eine sehr mühsame Vorarbeit weg, und das Nadelmachen konnte sich nunmehr zu einem förderſamen Geschäft gestalten. Die Heimat desselben in Deutschland und im Abendland überhaupt ist Nürnberg; hier finden sich zuerst um 1370 zünftige Nadelmacher erwähnt. Diese alten Nadler bildeten, ehe das durchschlagen oder bohren aufkam, das Öhr ihrer Nadeln dergestalt, daß sie das Drahtende breitschlugen, einen Mittelspalt hinein machten und die Enden der beiden Läppchen wieder zusammenklopften. Von den Nürnbergern lernten Franzosen und Engländer die Verfertigung der Näh- und Stecknadeln; bis über die Mitte des 16. Jahrhunderts bezogen letztere ihren Nadelbedarf teils aus Deutschland, teils aus Spanien. Um 1545 gab es in London einen Neger, der feine spanische Nadeln fertigte. Er wollte aber seine Kunst niemand zeigen, und so starb sie mit ihm wieder aus. Doch kam nicht lange darauf ein Deutscher und lehrte das Nadelmachen. Die Engländer haben das Gelernte gut angewendet, indem sie zuerst (seit 1650) den Großbetrieb der Nadelfabrikation ergriffen, die dazu nötigen Methoden und Maschinen erfanden und sich für längere Zeit zu den Weltlieferanten in diesem Artikel machten. Heute jedoch sind sie von deutschen Fabrikanten in der Güte der Ware völlig erreicht und in der Wohlfeilheit überholt. — Hauptsitze der Nadelinduſtrie sind Aachen und Iserlohn.

Auch in der Größe der Produktion nimmt Deutschland heute den ersten Rang ein. Iserlohn dürfte die meisten Nadeln herstellen und zwar in 13 Fabriken täglich etwa 12 Mill. Stück; Aachen, Altena, Schwabach und Ichtershausen zusammengenommen vielleicht dasselbe Quantum oder noch etwas mehr. England, Amerika, Belgien, Frankreich, Rußland und Österreich, wiederum zusammengenommen, dürften die deutsche Fabrikation kaum erreichen.

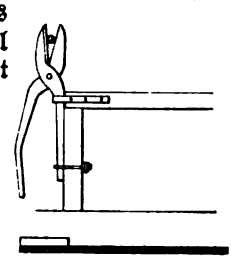
Digitized by Google

Die Nadelfabrikation ist einer von denjenigen Industriezweigen, bei welchen der Nutzen der Arbeitsteilung in der Vollendung und der Verbilligung der Ware am schlagendsten zu Tage tritt. Indem jeder Arbeiter nur einen ganz kleinen Abschnitt aus der ganzen Folgereihe der Fabrikationsarbeiten übernimmt und immer nur diese eine Arbeit ausführt, eignet er sich darin eine fast wunderbare Schnelligkeit und Akkurateſſe an, und nur dadurch wird der niedrige Preis einer Nadel erklärlich, welche doch, ehe sie vollständig fertig wird, 80 bis 84 mal durch die Hand gehen mußte.

Das Material ist Stahl oder Eisendraht, wie wir ihn in der Beschreibung der Herstellung des Drahtes kennen gelernt haben. Die Wahl ist lediglich eine Preisfrage. Nadeln aus Stahldraht werden besser bezahlt als solche, welche aus Eisendraht gefertigt sind, obwohl letztere ebenfalls schließlich, wie wir sehen werden, aus Stahl bestehen. Und da das Wort „Stahl" ein sehr weiter Begriff ist, so kann es vorkommen, daß eine ursprünglich aus Eisendraht hergestellte Nadel besserer Qualität ist, als eine solche aus Stahldraht. Die Qualität ist auch hier, wie so oft, Vertrauenssache.



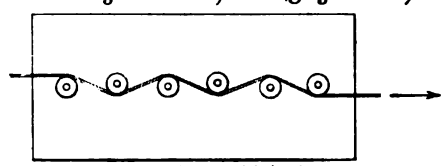
477. Stiftbrett zum richten.



478. Abschneiden von Hand.

Der Draht wird von der Zieherei in Bunden geliefert. Es ist daher die erste Aufgabe der weiteren Behandlung die, den durch das aufrollen gebogenen Draht gerade zu richten und auf Länge zu schneiden. Beides wurde früher durchweg und wird heute noch auf recht primitive Weise bewirkt. Ein Brettchen (Abb. 477) wird mit 5 bis 6 Stiften versehen, zwischen denen der Draht zickzackförmig hindurchgezogen wird. Dadurch wird der letztere scharf gespannt und außerdem nicht nur die Biegung der Rollung, sondern auch mancher Knick, den er erhalten haben mag, beseitigt. Der Draht wird hierbei so weit ausgezogen, wie es die Räumlichkeit gestattet, und zunächst in dieser Länge abgeschnitten. Der Arbeiter nimmt nunmehr ein Bündel von etwa 20 mm Dicke in die Hand, faßt aber gleichzeitig mit demselben das Maßholz — ein Stückchen Holz von der Länge der abzuschneidenden Enden — welches er an das Bündel hält, und schneidet den Draht dann mit einer mächtigen Schere an der betreffenden Stelle, in der Regel mit mehreren Zügen durch.

Diese Schere (Abb. 478) ist an den Ständer des Werktisches vertikal mit dem einen Schenkel befestigt und wird am anderen Schenkel durch das Knie des Arbeiters bethätigt, während derselbe das Drahtbündel mit beiden Händen an den Schneiden entlang, oder zwischen denselben herunterzieht. Bei stärkerem Draht sowie bei größeren Anforderungen in Bezug auf Genauigkeit — d. h. heute beinahe überall — tritt die Maschine an die Stelle der Handarbeit. Der Draht wird indessen hier einzeln behandelt. Er gelangt von der Rolle zunächst wieder in den Richtapparat, welcher nach demselben Prinzip, wie in Abb. 477 angegeben, eingerichtet ist. Zuweilen findet man auch das richten in zwei Ebenen durchgeführt, so daß also etwa auf das horizontale Brett, welches die zickzackgestellten Stiftchen trägt, ein vertikales folgt, so daß auch Knicke, welche senkrecht zur Ebene des ersten Richtbrettchens stehen, von demselben also nicht gefaßt werden würden, herausgebogen werden.



479. Rollenrichtbrett.

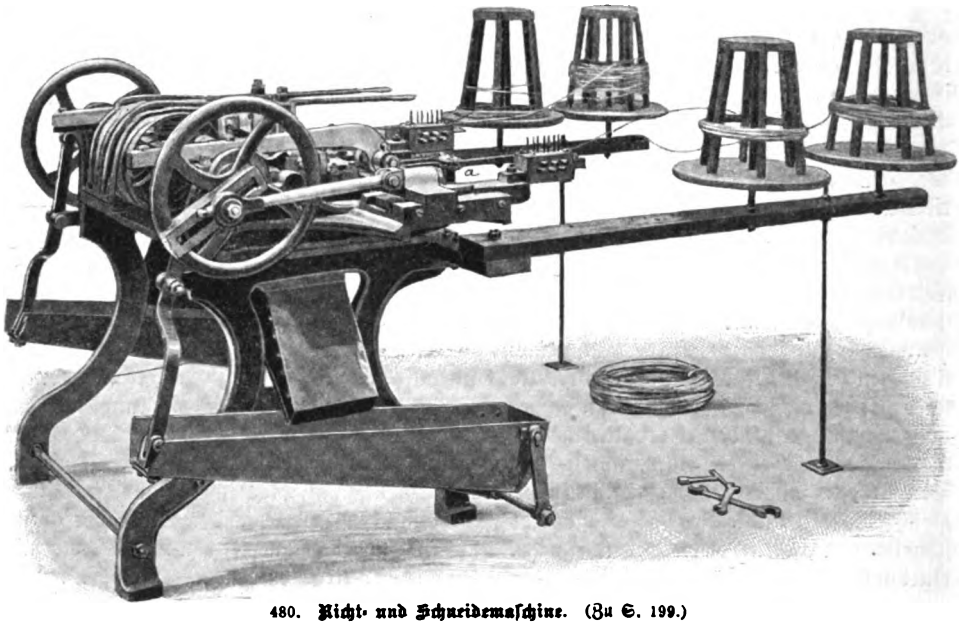
Statt der Stifte findet man auch Rollen (Abb. 479) angebracht. Beide, Stifte oder Rollen, verursachen beim durchziehen des Drahtes einen Widerstand, so daß derselbe gespannt wird, was das richten wesentlich befördert. Bei der in Abb. 480 vorgeführten Maschine ist die erstgenannte Einrichtung getroffen.

Das durchziehen geschieht mit Hilfe einer Zange a, welche die durch die Kurbel genau vorgeschriebene hin und her gehende regulierbare Bewegung macht: Die Zange bewegt sich vor, packt den Draht, zieht ihn bis zu der vorgeschriebenen Stelle heraus und läßt ihn dann frei. In diesem Moment aber wird der Draht von einem Paar Scher-

Digitized by Google

backen, deren Hebel b von einem Exzenter bethätigt wird, gefaßt, abgekniffen und fällt in den darunter stehenden Behälter.

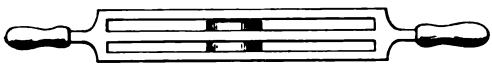
Die auf die beschriebene Art bewirkte Richtung ist aber nicht genügend. Außerdem ist der Draht durch das ziehen hart geworden und muß behufs Durchführung der weiteren Operationen weich gemacht werden. Es folgt daher nunmehr ein Glüh- und Richtprozeß. Die Drahtenden werden in zwei eiserne Ringe (Abb. 481) gelegt, so jedoch, daß noch ein geringer Spielraum bleibt, und in den Ofen gestellt. Sobald eine gute Rotglut vorhanden ist, wird das Päckchen herausgenommen und mit Hilfe eines besonderen einem Wiegemesser ähnlichen Instrumentes gerollt. Dasselbe besteht (Abb. 482) aus drei etwas gebogenen und an den Enden vereinigten, mit zwei Griffen versehenen Eisenstangen, zwischen denen die beiden Ringe Platz haben. Dieser „Roller" (Abb. 483) wird kräftig



480. Richt- und Schneidemaschine. (Zu S. 199.)

auf die Nadeln gedrückt und dabei hin und her bewegt. Die so dem Pakete erteilte Rollung setzt sich auf den ganzen Inhalt in der Weise fort, daß jede Nadel für sich zwischen den umgebenden rollt und gleichzeitig den Ort wechselt, so daß die zuerst außen befindlichen Nadeln nach innen und die inneren nach außen wandern, stets reibend und rollend. Dabei werden die krummen Stellen ausgedrückt, und die Nadeln verlassen schnurgerade die Ringe.

481. Rolle.



482. Rollgabel.

Die Länge der Drahtstücke, Schäfte genannt, entspricht der doppelten Nadellänge, so daß also aus je einem Stück zwei Nadeln gefertigt werden. Die Enden geben die Spitzen, und die Köpfe (Öhre) sollen in der Mitte gebildet werden.

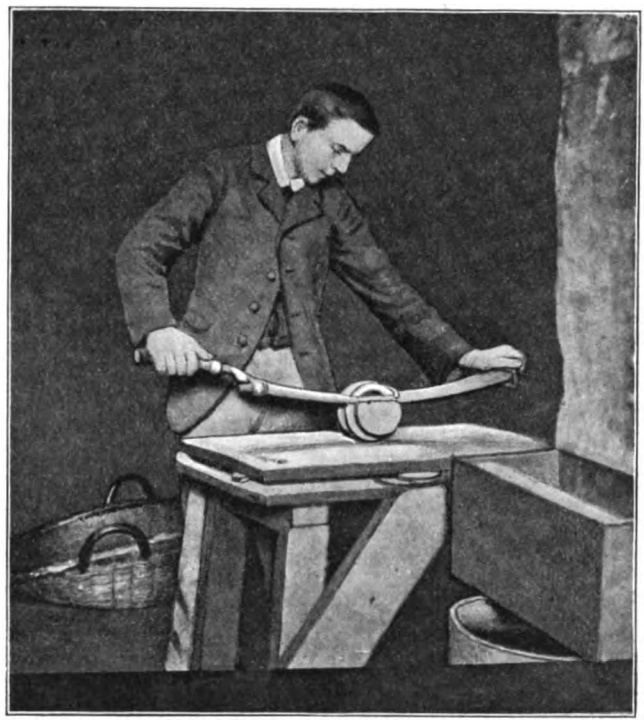
Die Spitzen werden nun zuerst angeschliffen. Zu diesem Behufe nimmt der Arbeiter so viel parallel nebeneinander gelegte Nadeln zwischen die Finger, wie er eben bequem fassen kann, also etwa in einer Breite von 30 bis 35 mm. Dann hält er (Abb. 484) dieselben schlank an einen schnell rotierenden Schleifstein, sie fortwährend zwischen den Fingern hin und her rollend, bis die Spitzen die richtige Schärfe erhalten haben.

Auch diese Arbeit wird in unseren gut eingerichteten Nadelfabriken seit etwa 30 Jahren selbstthätig von der Maschine verrichtet. Die hierzu dienende überaus sinnreiche Vorrichtung

Digitized by Google

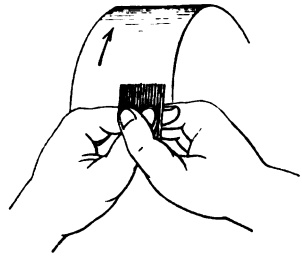
ist von dem Engländer Banks erfunden und etwa Anfang der sechziger Jahre in Deutschland von Carl Schleicher & Söhne in Schönthal eingeführt worden, denen es gelang, mit Hilfe hoher Unterstützung 15 Jahre lang unter damaligem patentrechtlichen Schutz zu arbeiten.

Die Maschine (Abb. 485) besteht aus zwei Teilen: der Speisevorrichtung und dem Schleifstein. Die erstere ist aus einer mit Leder überzogenen Scheibe a und einer sich derselben von unten her anschmiegenden Unterlage c zusammengesetzt, welche nur um Nadeldicke ansteht. Die Scheibe ist daher imstande, die auf der einen Seite aufgehäuften Nadeln unter sich fortzurollen und nach der anderen Seite hin zu spedieren, wo sie sich, wie in der Abbildung angedeutet ist, aufhäufen und dem Fortgang der Arbeit entsprechend fortgenommen werden, während immer neue Nadeln (Doppelnadeln, Schäfte), event. bereits auf der einen Seite angespitzte, auf der Speiseseite zugelegt werden.



483. Rollen der Nadeln.

Der Schleifstein b (Abb. 485) hat eine ungewöhnliche Form: er ist sehr breit und in der Mitte hohl, der Kreisführung der Nadeln entsprechend. Speisevorrichtung und Schleifstein sind nun so zu einander gestellt, daß die Schäfte den Stein zwar annähernd tangential verlassen (Abb. 487), aber etwas tiefer zum Stein anlaufen (Abb. 486), so daß sie zuerst kurz und erst im Verlaufe des schleifens schlank angespitzt werden. Dies recht kompliziert erscheinende Problem ist nun auf überaus einfache Weise dadurch gelöst worden, daß der Schleifstein etwas schräg zur Speisescheibe und den Schäften (Abb. 488) gestellt und in seine Höhenlage entsprechend ausgerichtet worden ist, so daß sie also von ihrer ersten Stellung, in welcher sie den Stein nur mit der Spitze stumpf berühren, die Höhlung entlang in die letzte Lage gebracht werden, wo die schlanke Spitze vollendet ist. — Diese Arbeit erfolgt trocken; die Spitzen erhitzen sich dabei sehr stark und laufen an. Die feinen Späne, welche der Stein in großen Mengen abschleudert, gelangen sogar in helle Glut, so daß die Arbeit unter einem dichten Funkenregen sich vollzieht und neben ihrem hoch interessanten Verlauf einen ebenso hübschen Anblick gewährt.



484. Nachschleifen der Spitzen.

Die Nadeln sind nun mit den Enden fertig und müssen noch mit den Öhren versehen werden.

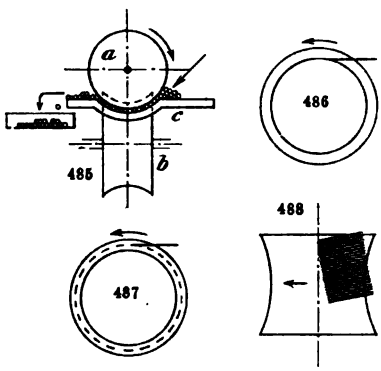
Dies geschieht durch stempeln, bedarf jedoch noch einer kurzen Vorbereitung. — Solch Nadelöhr muß nämlich ungemein glatt und sauber sein, schon damit der Faden sich glatt durchzieht. Würde man die Stempelung (Lochbildung) in dem Zustande vornehmen, in welchem die Nadeln den Schleifstein der Spitzenschleifmaschine verlassen, so würde man den daran befindlichen Zunder u. s. w. mit einpressen und so auch, namentlich

Digitized by Google

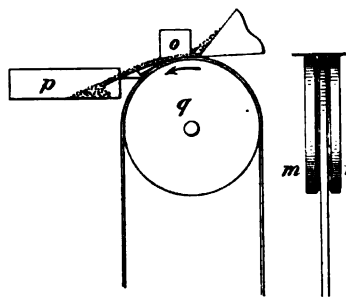
bei den feinen Gattungen, unter Umſtänden Schwächungen bewirken, die den leichten Bruch der Augen zur Folge haben könnten. Es muß daher die Mitte der Schäfte, wo die Öhre angearbeitet werden ſollen, noch beſonders geputzt werden, was von der hiernach benannten „Mitteſchleifmaſchine“ beſorgt wird. Die Speiſung erfolgt hier (Abb. 489 u. 490) durch zwei langſam rotierende Scheiben m, n, auf welchen ein Aufſatz ruht, dem die Doppelnadeln vorgegeben werden und der um Nadeldicke von dieſen Speiſewalzen abſteht. Durch dieſen Spalt wandern die Nadeln unter einem Druckklotz o her nach links und gelangen dann in das zu ihrer Aufnahme beſtimmte Gefäß p. Auf dieſem Wege aber unterliegen ſie der beabſichtigten Bearbeitung: zwiſchen den Scheiben m, n befindet ſich noch eine dritte Scheibe q, auf welcher, durch eine darunter befindliche Gegenſcheibe geſpannt und angetrieben, ein ſchnell laufender geſchmirgelter Riemen läuft, der die über ihm befindlichen rollenden Nadeln putzt, ihre Mitte ſchön blank reibt und ihnen ſo die gewünſchte Vorbereitung erteilt. Abb. 491 zeigt den ſoeben erläuterten Aufſatz und 492 die ganze Maſchine.

Nunmehr erſt kann die Öhrbildung erfolgen. Hierzu führen wieder zwei Operationen: das ſtempeln (ſtampfen) und das lochen.

Zum ſtempeln dienen Stahlmatrizen, welche nach der Form der fertigen Nadel, aber natürlich doppelt angeordnet, vertieft ausgearbeitet ſind, wie aus Abb. 493 und 494 erſichtlich iſt; ſtatt der Löcher wird indeſſen zunächſt nur eine kräftige Verdünnung bezweckt. Von dieſen beiden genau zu einander paſſenden Stempeln befindet ſich der eine auf der Geſenkplatte einer Handpreſſe (Abb. 495) oder eines Hammers (Abb. 496), während der andere unten im Führungsſtück oder am Bären angebracht iſt. Die Preſſe dient für kleine, das Fallwerk für größere Nadeln. Früher bediente man ſich einer einfachen, in Abb. 497 dargeſtellten Vorrichtung, bei welcher der Oberſtempel durch eine Feder geführt und durch einen Hammerſchlag aufgetrieben wird.



485—488.
Spitzenſchleifmaſchine. (Zu S. 201.)



489 u. 490.
Mitteſchleifmaſchine.

Genau ebenſo wie das ſtempeln erfolgt das lochen. Die Matrizen haben genau dieſelbe Form, ſind jedoch oben mit zwei feinen Dornen und unten mit den entſprechenden Löchern verſehen. Indeſſen geſchieht das lochen nur in ſelteneren Fällen unter dem Fallhammer, da meiſt die Handpreſſe hier genügt.

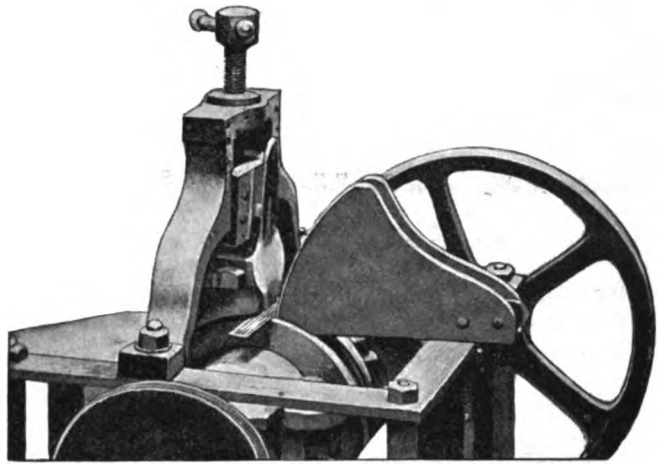
In dieſer Weiſe iſt die Öhrbildung bis Ende der ſechziger Jahre überall erfolgt und noch heute ſelbſt in gut eingerichteten Fabriken für gröbere Ware zu finden, in anderen wohl noch durchweg.

Seit jener Zeit aber hat die Nadelfabrikation einen ungeahnten Aufſchwung genommen durch die Einführung der ſelbſtthätigen Stempel- und Lochmaſchinen (für Nähnadeln) von Kaiſer in Iſerlohn.

Friedrich Kaiſer iſt am 24. Juli (wie ſich nach ſeinem Tode herausgeſtellt hat, während der Tag ſtets am 25. gefeiert wurde) 1831 zu Iſerlohn geboren und kam bereits in frühen Jahren in Dortmund bei einem Schloſſer und Hufſchmied in die Lehre. Hier ſchon wurde durch Überanſtrengung des jungen Körpers der Grund zu einem Leiden gelegt, welches die Thätigkeit des regen und ſtrebſamen Menſchen beſchränkte und namentlich die letzten Lebensjahre in Verbindung mit mannigfachen Enttäuſchungen verbitterte, ſogar ſeinen Geiſt verdunkelte. Seine eigentliche techniſche Richtung dürfte Kaiſer wohl in der Fingerhutfabrik von Ebekind, Letmathe, erhalten haben, wo er, nach noch anderen

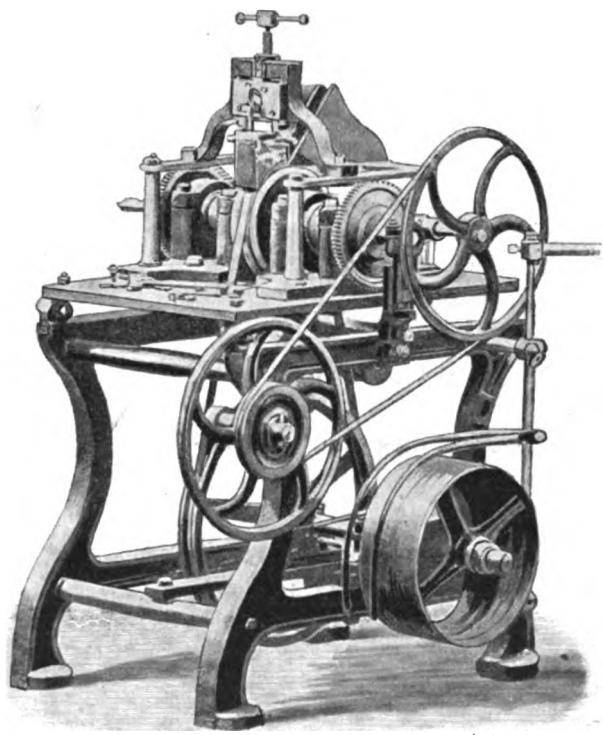
Digitized by Google

Werkstätten, namentlich mit der Herstellung der Werkzeuge beschäftigt war. Seit 1861 betrieb er eine eigene Werkzeugfabrik in Iserlohn und beschäftigte sich seit 1864 auch mit der Nähnadelfabrikation. 1867 baute er die erste Stampfmaschine. Abb. 498 stellt diese epochemachende Maschine mit ihrem Meister, der ganz ohne seine Absicht mit aufgenommen wurde, dar. — In den achtziger Jahren fügte er dieser überaus sinnreichen Maschine die derselben ebenbürtige Lochmaschine hinzu, welche beide nun eine völlige Umwälzung der Nadelfabrikation der ganzen Welt — die Fabrik liefert heute ihre Maschinen überall hin — hervorgebracht haben. Kaiser starb am 18. Mai 1897.



491. Aufsatz der Mittelschleifmaschine.

Die Stempel-(Stampf-)maschine besitzt (Abb. 499) eine Speisewalze a mit einem darüber befindlichen Trichter b. Die Walze ist mit Nuten versehen, so daß die Schäfte je ihren gesonderten Platz erhalten und bei der Rotation derselben einzeln herunterfallen. Zum auffangen dient eine feststehende Gabel c, welche für die genaue Lage, mitten vor dem Stempel d, sorgt, die noch durch einen jedesmal leise gegen die Spitze drückenden, in der Zeichnung nicht sichtbaren Schieber berichtigt wird. Gleich darauf schlägt der durch eine kräftige Feder getriebene Stempel e zu, worauf das Häkchen f die Nadel aus der Gabel heraus und in den Kasten wirft.

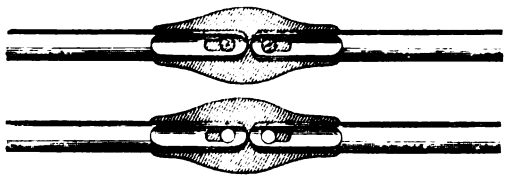


492. Mittelschleifmaschine.

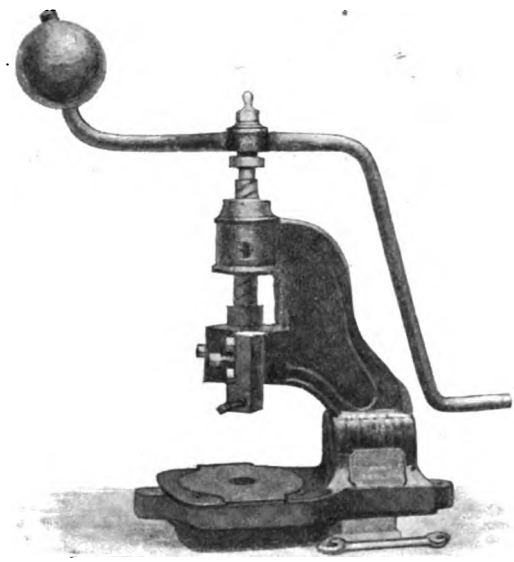
Die in Abb. 500 im ganzen und in den Abb. 501 bis 502 in ihren Einzelheiten näher dargestellte Lochmaschine von Friedrich Kaiser besitzt zur Speisung zwei parallele, gleichlaufende Schnecken, deren fein auslaufende Gänge, bei a, die dort durch die Arbeiterin aufgeschobenen Nadeln einzeln aufnehmen und nach rechts führen. In dem Moment, wo die Wirkung der Gänge aufhört, wird der Schaft von dem Haken eines Vorschiebers d ergriffen, ein kurzes Stück weiter geschoben und genau an die Stelle gelegt, wo sie der Lochstempel braucht. Dieser Vorschieber, d, erhält seine hin- und hergehende Bewegung von dem um a schwingenden Arm b aus. Damit er beim Rückgang die

Digitized by Google

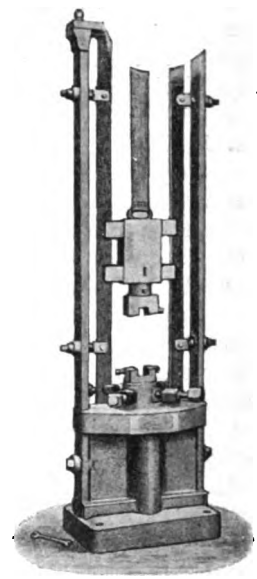
letzten Nadeln nicht wieder mitnimmt, wird er durch den mit auf gleicher Achſe ſitzenden Arm f vermittelſt des Zahnrades g angehoben, welches letztere eine rechtzeitige Drehung macht. — Damit nun aber auch die ſeitliche Lage eine genaue wird, befindet ſich unter den Nadeln, zwiſchen den Schnecken, eine ſcharfkantige Leiſte (Abb. 502), welche zwiſchen die Nadelköpfe (Abb. 503) greift und ihnen die Führung gibt. Und um ſelbſt die geringe Lockerung dieſer Leiſte zwiſchen den Köpfchen unſchädlich zu machen, iſt die erſtere ein wenig ſchräg geſtellt, ſo daß die Schäfte ſtets nach einer Seite hin gedrängt werden, die Leiſte alſo immer anliegt. Jedem Vorſchub der letzten Doppelnadel entſpricht ein Stempelſchlag, und gleichzeitig mit dem durch den Haken hervorgebrachten Vorſchub mit Hilfe der Naſe das fortſchieben des vorher gelochten Schaftes, wobei derſelbe in den untergeſtellten Kaſten fällt. Die ſo erhaltenen Doppel-



493. u 494. Stempelung der Nadeln. (Zu S. 202.)



495. Handlochmaſchine. (Zu S. 202.)



496. Fallwerk (Zu S. 202.)

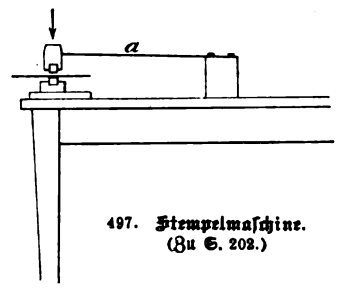
nadeln werden nun behufs Entfernung des Grates aufgezogen. Es iſt dies eine Arbeit, welche von Kindern als Hausarbeit geliefert wird. Zwei der Größe der Öhre entſprechende Drähte werden durch dieſelben gezogen und ſo eine fiſchgratähnliche (Abb. 504) Form gebildet, in welcher die Nadeln an die Fabrik zurückgeliefert werden. Hier wird das Päckchen durchgebrochen, in eine hierfür zugepaßte Zange (Abb. 505) genommen und an einem Schleifſtein durch entſprechendes hin- und herbewegen von dem Grat befreit.

Die Nadeln haben nun ihre vollendete Form, aber noch nicht die erforderliche Härte. Sind dieſelben aus Stahldraht gefertigt, ſo muß jetzt das härten erfolgen. Handelt es ſich indeſſen um Eiſendraht, ſo iſt zunächſt die Umwandlung desſelben in Stahl erforderlich. Dies geſchieht durch zementieren. Die Nadeln werden mit gemahlenem Klauenpulver, mit oder ohne Holzkohle, in eiſerne eckige oder cylindriſche Gefäße gepackt und in einem hierfür geeigneten Ofen, in der Regel in größerer Zahl, etwa 12 Stunden lang geglüht. Hierbei wandert der Kohlenſtoff des Packungsmaterials in das Eiſen und wandelt dieſes zu Stahl um.

Bei dem Zementierprozeß, wohl auch ſchon bei dem verpacken der wenig widerſtandsfähigen Nadeln findet ein mannigfaches verziehen, verbiegen, krümmen der Nadeln ſtatt,

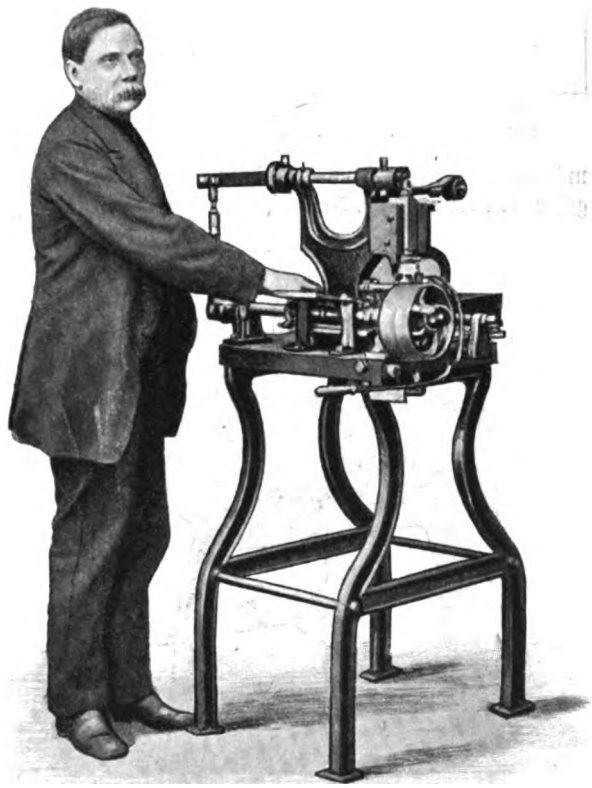
Digitized by Google

und es muß wiederum ein richten derselben vorgenommen werden. Dies geschieht in ähnlicher Weise, wie vor dem spitzen, durch rollen. Jedoch wird hier meist nur ein Ring genommen (Abb. 506), wogegen die Bahn eine vertiefte ist, so daß sich der Ring darin versenken kann, während die Nadeln mit ihren Enden auf dem Rolltisch liegen. Wieder wandert alles durcheinander, reibt, drückt sich gerade und verläßt den Ring in musterhafter Richtung.



497. Stempelmaschine. (Zu S. 203.)

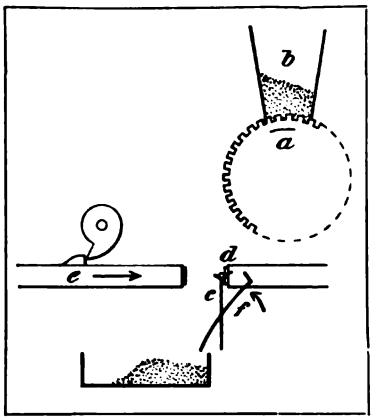
Dem richten folgt das härten. Die Nadeln werden mit Papier auf Bleche mit aufgebogenen Rändern gelegt, in gute Rotglut versetzt und in kaltes Öl geschüttet. Indessen sind sie nunmehr wieder zu spröde, um verwendet werden zu können. Sie müssen nachgelassen werden. Es geschieht dies in einer Trommel (Abb. 507), welche über einem Feuer etwa 10 Minuten lang hin- und hergedreht wird. Die Nadeln erhalten dann die gewünschte Federkraft und bedürfen nur noch des putzens. Dies ist eine recht mühsame Arbeit. Da man sie unmöglich einzeln von Hand putzen kann, was früher geschehen mußte, so muß zunächst wieder ein ordnen der wild durcheinander liegenden Nadeln, wie sie die Nachlaßtrommel verlassen haben, erfolgen. Dies geschieht durch das „schütteln" oder „schieben". Die Nadeln gelangen in einen flachen Kasten (Abb. 508), dessen Boden sie nur zum geringen Teil bedecken, und werden hier durch geschickte Bewegungen so lange hin- und hergerollt, geschüttelt, bis sie sich schön in Reih und Glied in der Ecke des Kastens zusammengefunden haben. Dann werden sie vorsichtig, um die Ordnung nicht zu stören, in kleinen Gruppen herausgenommen und in eine Leinwanddecke gelegt (Abb. 509), in der sie Schichten von der Dicke der Nadellänge bilden, die aneinander geschoben, schließlich sich zu einem liegenden Cylinder von etwa 10 cm Durchmesser und 35 bis 40 cm Länge gestalten. Zwischen die Nadeln wird dabei grobkörniger Quarzsand und feiner Schmirgel gestreut. Letzterer hat den Zweck, die Oberfläche der Nadeln zu polieren, und ersterer, die für ihn nötigen Lücken zu schaffen. Das Tuch wird nun zusammengeschlagen und in ein zweites, das Korsett, gelegt, welches mit eisernen Stäben von der Länge des Paketes, der Rolle, versehen ist, so daß diese das Ganze umgeben. Nach dem Schluß des Paketes wird mit Hilfe eines Dornes ein Loch seitlich hineingetrieben und mittels eines Trichters (Abb. 510) Petroleum hineingegossen, welches das Fett, das vom härten zurückgeblieben ist, aufzulösen hat. Die Pakete gelangen alsdann in größerer Zahl (Abb. 511) in die



498. Erste Stempelmaschine von Kaiser. (Zu S. 203.)

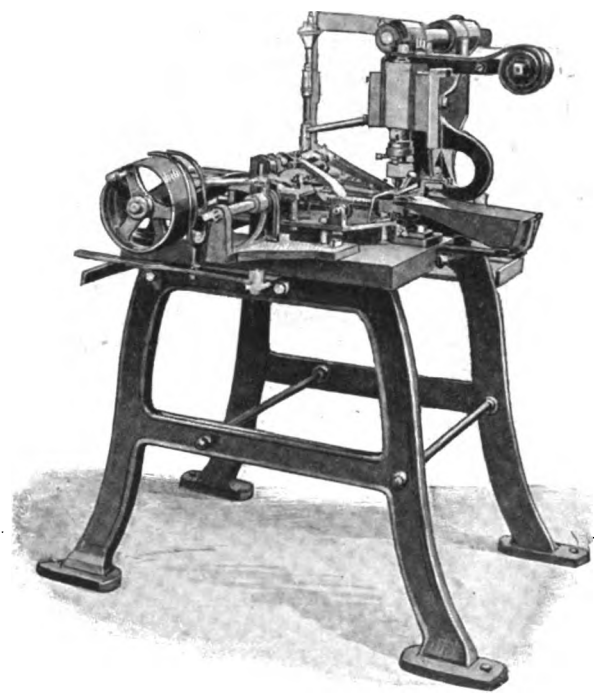
Digitized by Google

Rollbank (Scheuer-Anlage). Sie liegen dabei auf einem in der Abbildung erkennbaren gewellten Brett, welches einer langsam hin- und hergehenden Bewegung ausgesetzt wird, so daß die Pakete hin- und herrollen. Der hierbei erforderliche Druck wird durch belastete hölzerne Gewichts- oder Federwalzen ausgeübt. Hierbei wandern die Nadeln wieder, diesmal oft eine Woche lang, durcheinander, zwischen ihnen die groben Quarzkörner, welche die Lücken bilden für den Schmirgel; dieser verteilt sich fein durch den ganzen Inhalt des Paketes, reibt jeglichen Zunder von den Nadeln und gibt ihnen so die erste Politur.



499. Anordnung der heutigen Stempelmaschine. (Zu S. 203.)

Die zweite Politur erhalten die Nadeln im Rollfaß, einer ungefähr 60 cm weiten Trommel, welche mit den Nadeln und Sägemehl etwa ein Drittel gefüllt und 10 bis 15 Minuten lang gedreht wird. Diese Operation wird meist mehrmals vorgenommen und liefert die Nadeln hübsch blank und sauber ab, erteilt ihnen aber immer noch nicht den gewohnten Glanz. Die Nadeln haben noch ein bleiernes Aussehen. Um dieselben zunächst noch vom Sägemehl und den anderen putzenden Bestandteilen zu trennen, gelangen sie in einen eigentümlich geformten Korb (Abb. 512), in welchem die Trennung durch geschicktes schütteln bewirkt wird. Sie sammeln sich dabei als schwerste Bestandteile des Inhaltes in der Vertiefung an; während das Sägemehl sich oben abschütteln läßt; zwischen beiden häuft sich der Sand mit dem Schmirgel.



500. Lochmaschine. (Zu S. 203.)

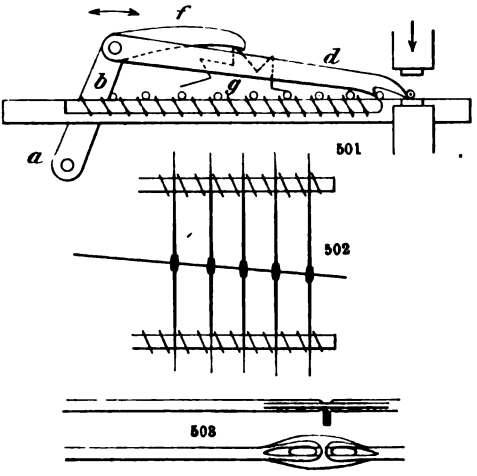
Nunmehr folgt die Hauptpolitur. Dies wird ebenfalls durch eine Maschine bewirkt, welche aber wiederum ein ordnen der Nadeln verlangt. Und da das polieren an Spitze und Kopf getrennt erfolgen muß, so ist sogar ein ordnen der Nadeln in diesem Sinne notwendig. Dies wird nun in ebenso sinnreicher wie einfacher Weise auf folgendem Wege erreicht:

Die Nadeln werden zunächst, wie bereits einmal, parallel geworfen, auf dem Wege des uns bereits bekannten „Schiebens“ (Abb. 508), dann gelangen sie in den großen Arbeitssaal auf schmale Tische, wo sie schön nebeneinander gelegt und mit Hilfe eines Lineals an die Kante (Abb. 513) herangeschoben werden. Nunmehr werden sie vorsichtig immer weiter über die Kante hinausgeschoben, bis die schwereren Kopfenden überkippen. Es sondern sich also so die Nadeln, welche mit dem Kopfende der Kante zuliegen, selbst aus, während die in anderer Richtung liegenden auf dem Tisch liegen bleiben. In der Regel fallen die ersteren auch

Digitized by Google

schon gleich schön parallel herunter, so daß sie sofort in richtiger Ordnung ergriffen und den anderen zugesellt werden können.

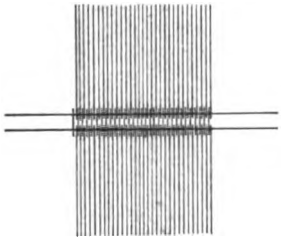
Nun endlich folgt das eigentliche polieren. Es geschieht dies in einer Maschine (eigenartigerweise auch Blaumaschine genannt), welche ähnlich eingerichtet ist wie die Spitzenschleifmaschine. Die Grundlage bildet wieder eine hyperbolische Walze, wie in Abb. 485. Das eine, arbeitende Ende ist mit äußerst fein geschmirgeltem Leder überzogen. Über dieser Walze läuft, etwas schräg gestellt, die Rollwalze, welche für die Zuführung und den weiteren Transport der Nadeln zu sorgen hat. Diese durchwandern, wie beim Spitzenschleifen, rotierend zwischen den beiden Walzen, und zunächst an der Spitze blitzblank poliert, den Apparat, um ihn bald darauf, umgekehrt eingelegt, in vollkommenem Putz endgültig zu verlassen.

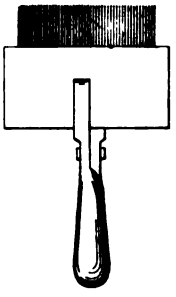


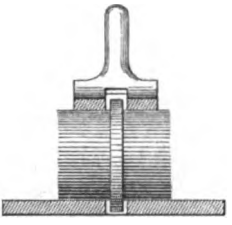
501 bis 503. Lochmaschine. (Zu S. 203 u. 204.)

Zur glatten Ausrundung des Nadelauges, um dem zerschneiden des Fadens vorzubeugen, dient das drillen (Abb. 515), eine sehr subtile Handarbeit. Auf ein dünnes Kupferblättchen werden etwa 52 Nadeln egal nebeneinander gelegt und auf dieser Unterlage, von beiden Daumen angedrückt, der Reihe nach gegen einen sehr rasch umlaufenden feinen Stahlbohrer gehalten, natürlich so, daß der Bohrer auch unfehlbar in jedes Öhr hintrifft. Die Arbeiter erlangen darin eine solche Sicherheit und Raschheit, daß der Blick des Zuschauers kaum zu folgen vermag.

Zur Ausarbeitung länglicher Nadelöhre ist eine Bohrspitze natürlich nicht das geeignete Werkzeug. Für diesen Zweck haben die Engländer ein anderes, recht sinnreiches Mittel gefunden, das übrigens auch für runde Öhre paßt. Man reiht nämlich eine Menge Nadeln auf dünne, harte Stahldrähte, die entweder kantig oder mit Feilen rauh gemacht


504. Aufziehen der Nadeln. (Zu S. 204.)


505. Zange zum Kopfschleifen. (Zu S. 204.)

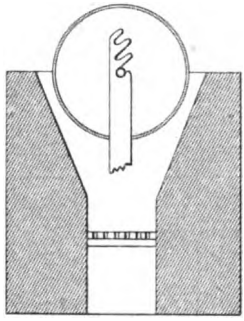

506. Richten der Nadeln. (Zu S. 205.)

sind, und spannt sie in einen kleinen, schwingenden Apparat dergestalt, daß die Drähte etwa die Lage der Schaufeln eines Mühlrades haben. Die Drehung des Apparates in einer und derselben Richtung würde aber nicht viel bewirken; derselbe dreht sich vielmehr abwechselnd vor- und rückwärts und zwingt so die Nadeln zu allen möglichen Schwingungen und Überstürzungen; je toller, desto besser, weil eben hierdurch das allseitige Glattreiben der Öhre um so sicherer erreicht wird.

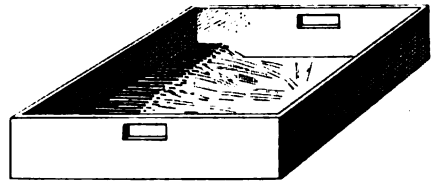
Manche Nadeln haben am Öhr eine blaue Anlauffarbe. Es ist dies mehr als ein bloßer Anputz; die Nadel ist an derselben Stelle noch einmal erhitzt worden, um sie etwas

Digitized by Google

weicher und weniger brüchig am Öhr zu machen. Auch hierzu dient eine kleine Maschinerie. Die Nadeln gleiten auf den gekerbten Umfang eines eisernen Rades dergestalt, daß in jede Kerbe eine Nadel fällt und mit dem Öhrende über den Rand des Rades hervorsteht. Während dieses sich langsam dreht und ein mitlaufender Riemen die Nadeln auf eine Strecke des Umfangs festhält, passieren die Öhre einige schmale Gasflammen.



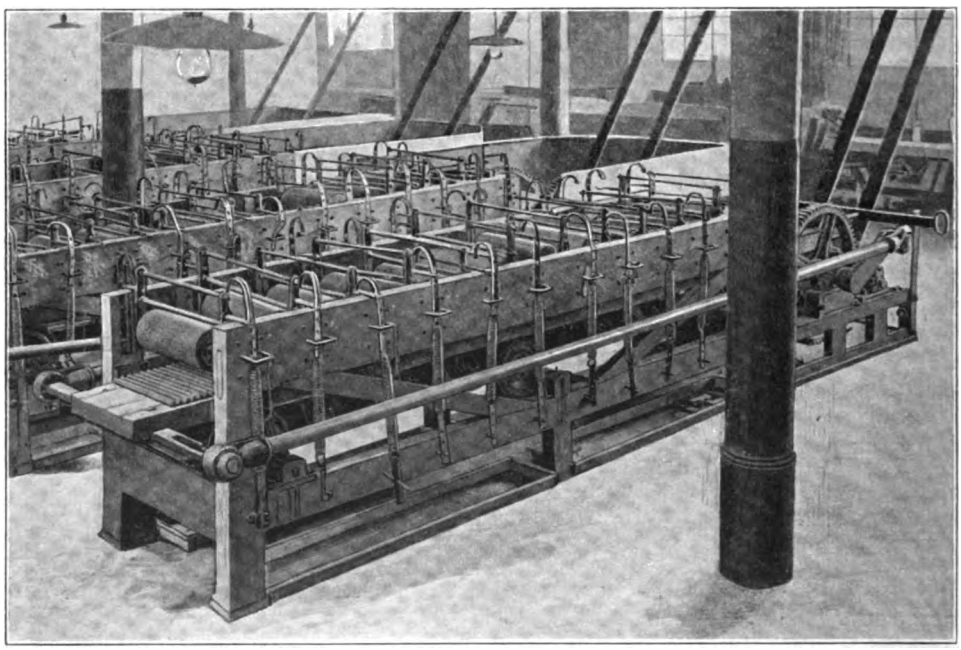
507. Trommel zum nachlassen. (Zu S. 205.)



508. Schieben. (Zu S. 205.)

509. Rollpaket. (Zu S. 205.)

Von den nicht wenigen Nadeln, welche den harten Maßregeln ihrer Erziehung unterliegen, sind wenigstens nicht alle verloren, denn diejenigen, die nur am Öhre mangelhaft sind, werden in einen anderen Stand hinübergerettet, indem man ihnen auf dem Wege



510. Rollbank. (Zu S. 205.)

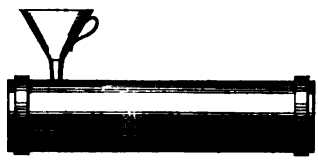
der Glasbläserei schwarze oder farbige Köpfe ansetzt, so daß sie zu Trauer- und Schmucknadeln werden.

Hiermit ist nun die Fabrikation der Nähnadeln an sich zu Ende, und es kann die Verpackung erfolgen. Diese beginnt mit dem abzählen.

Wir gelangen in einen großen Saal, der wie ein Zeichensaal mit langen parallelstehenden Tischen ausgestattet ist, an welchen in regelmäßigen Entfernungen die

Digitized by Google

Arbeiterinnen sitzen. Wir treten an die Zähltische. Überrascht schauen wir zu. Daß man so schnell zu zählen vermag, haben wir nicht gewußt. Die Nadeln liegen parallel der Tischkante in einem langen Haufen vor der Arbeiterin und werden von dieser zunächst vorn säuberlich nebeneinander gelegt. Alsdann greift dieselbe mit der Spitze einer langen Nadel anscheinend wie zufällig hinein und trennt eine ganz bestimmte Anzahl, sagen wir 50, ab, die in ein an die Tischkante gehaltenes Schächtelchen fallen, anscheinend ungezählt, und doch stets in derselben Anzahl. Das ist aber kein zählen mehr, das ist taxieren mit unheimlicher Sicherheit. Wie das Huhn, ohne zählen zu können, sofort fühlt, wenn ein Küchlein fehlt, so fühlt die geübte Arbeiterin mit dem Auge, wo sie die Abtrennung erfolgen zu lassen hat.

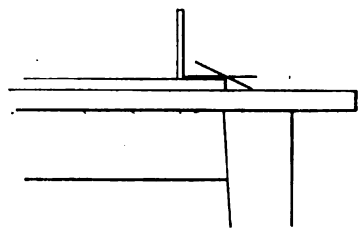


511. Rolle.

512. Korb zum sichten.

Die mit einer bestimmten Anzahl gefüllten Schächtelchen wandern nun weiter, werden hier in Stanniol gehüllt, dort in das bekannte schwarze Papier geschlagen. Dann folgt das einbriefen, pressen, etikettieren und ordnen zu größeren Päckchen u. s. w., bis die Nadeln in die Welt hinauswandern dürfen. Und dieses unscheinbare, im Einzelgewicht gar nicht zu fühlende kleine Ding füllt Doppelwagen! Eine der bedeutendsten Nadelfabriken Deutschlands, Stephan, Witte & Co., Iserlohn, lieferte z. Zt. monatlich 7 bis 8 Doppelwagen Nähnadeln allein nach China. — 1 kg feinste Nähnadeln enthält ca. 5000 Stück zum Preis von 15 Mark einschl. Verpackung.

Die Nähnadelfabrikation hat in Deutschland ihren Sitz in Rheinpreußen (Aachen und Burtscheid), in Westfalen (Iserlohn und Altena), in Mittelfranken (Nürnberg und Schwabach) und in Thüringen (Ichtershausen). Zu den größten Fabriken in diesem Fache gehören Stephan, Witte & Co. in Iserlohn, Wolff und Knippenberg in Ichtershausen und Lameritz & Co. in Aachen; es arbeitet jede derselben mit etwa 60 Pferdestärken und gegen 500 Arbeitern. Die erstgenannte Fabrik produziert jährlich 350 Millionen Stück, die andere gegen 150 Millionen Stück Nähnadeln aller Sorten. Dieser Fabrikdistrikt und England zusammen werden sicher $^9/_{10}$ der gesamten Nadelfabrikation an den Markt bringen. — Aachen hat seinen Hauptabsatz in Frankreich, Norwegen und Deutschland; Iserlohn verkauft außer in Deutschland hauptsächlich in Rußland und Amerika. Überall im Auslande findet das Fabrikat volle Anerkennung und macht dem englischen erfolgreich Konkurrenz. In Deutschland selbst haben sich die feinen Aachener Nadeln das Alleinrecht errungen, und das ehemalige Bestehen des Publikums auf englische Nadeln ist einer richtigeren Würdigung der deutschen Ware gewichen. In den wohlfeileren Sorten besteht eine Konkurrenz zwischen England und Deutschland überhaupt nicht mehr, da die Engländer nicht für die deutschen Preise arbeiten können.



513. Kanten.

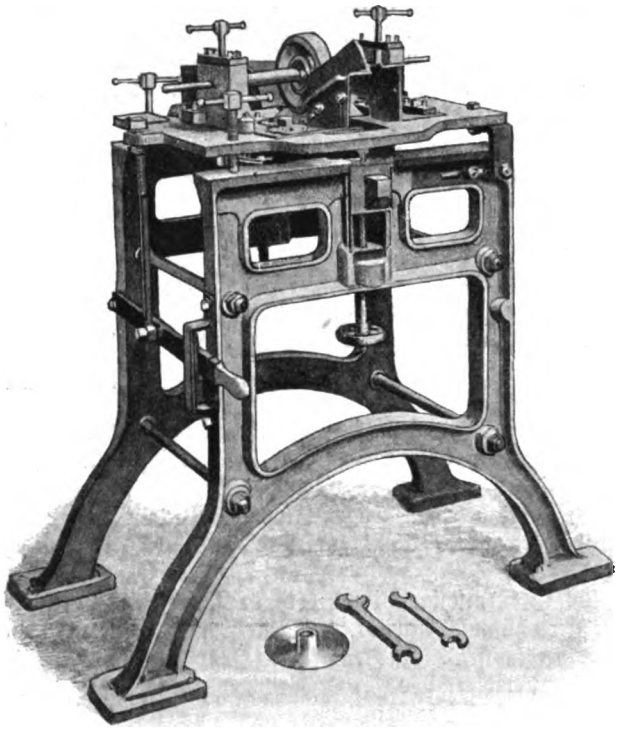
In England hat die gesamte Nähnadelindustrie, nachdem sie mehrmals umquartiert worden, ihren Sitz in der freundlichen, etwa 12000 Einwohner zählenden Landstadt Redditch aufgeschlagen, deren Name dadurch ebenso weltläufig geworden ist wie Sheffield und Manchester.

Haarnadeln, Strick- und Häkelnadeln.

Die hier durchzuführenden Operationen lehnen sich streng an das bei der Herstellung der Nadeln kennen gelernte an. Die Arbeit beginnt mit dem richten und auf Länge schneiden, wobei dieselben Maschinen oder Vorrichtungen in Anwendung kommen, wie bei den Nadeln. Ein härten, anlassen und nochmaliges richten findet bei den Haarnadeln nicht statt, da die Schäfte, wie die in doppelter Länge zugeschnittenen Drahtstücke

Digitized by Google

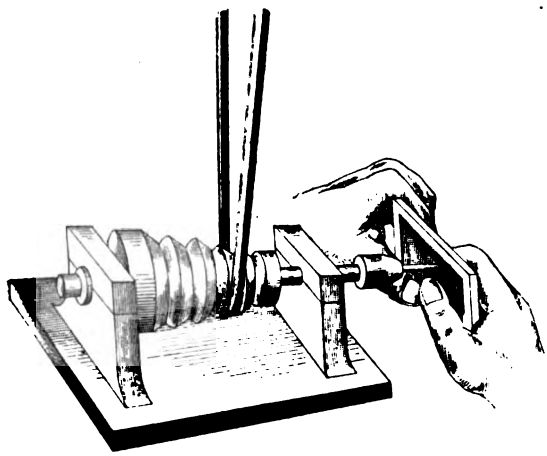
auch hier wohl genannt werden, für diesen Zweck von der genannten Maschine genügend gerade geliefert werden. Dagegen pflegt man dieselben vor der weiteren Behandlung anzulassen, wodurch sie die bekannte blaue Farbe der Haarnadeln und neben dem gefälligeren Aussehen auch einen Schutz gegen rosten erhalten. Zu diesem Behufe werden dieselben zu ringförmigen Paketen vereinigt, indem sie (Abb. 516) um ein Blechrohr herum in zwei eiserne Ringe gepackt werden. Solche Pakete werden in größerer oder geringerer Anzahl, je nach der Ausdehnung der Fabrikation, in den Ofen gestellt, und zwar aufrecht und so, daß die heißen Gase von unten durchdringen oder durchströmen können. Zu diesem Behufe stellt man sie auf grobe Siebe oder rostartige Flächen, welche den Gasen den Zutritt zum Inneren, auch zwischen die Nadeln, gestatten. Der Sauerstoff der Ofenluft genügt, um die leichte Oxydierung zu veranlassen; es bildet sich eine feine Schicht zuerst mit gelber Farbe, die an Stärke zunimmt und dabei über Orange, Rot und Violett in Blau übergeht. Sobald diese Farbe einzutreten beginnt, werden die Pakete herausgenommen und in Öl entleert, wobei noch ein leichtes nachlaufen, eine dunklere Färbung stattfindet.



514. Formpoliermaschine.

Die Nadeln, Schäfte, müssen nun entfettet werden, was durch Trommeln mit Sägemehl bewirkt wird. Dann werden sie in der uns bekannten Weise geschüttelt und dadurch geordnet, um für die weitere Behandlung vorbereitet zu sein.

Es folgt nun das anspitzen. Die hierzu dienende Einrichtung entspricht ihren Bestandteilen nach genau der Nadelspitzmaschine (Abb. 485), enthält also (485 u. 517) die Speisewalzen a, welche die ihnen vorgelegten Nadeln rollend dem zur Aufnahme der fertigen Nadeln bestimmten Gefäß zuführen, und den Schleifstein b, welcher die rollenden Spitzen bearbeitet. Dieses anspitzen bleibt indessen auf dem ersten Stadium stehen, liefert also nur

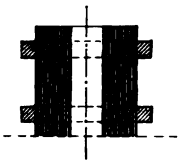


515. Drillen der Nadeln. (Zu S. 207.)

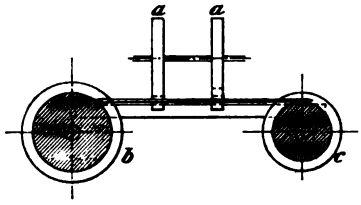
Digitized by Google

eine stumpfe, etwa rechtwinkelige Spitze, wie aus der Abb. 517 links leicht zu erkennen ist. Eine solche Maschine ist in der Abb. 519 dargestellt.

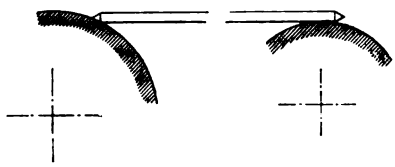
Häufig wird mit dem anspitzen auch ein verzierendes anschleifen kurz vor der Spitze verbunden. In diesem Falle wird noch ein zweiter Schleifstein (Abb. 517c) in Thätigkeit gesetzt, der aber tiefer angeordnet ist, so daß die Nadeln, ihn leicht berührend, darüber hin-



516. Auflassen der Haarnadeln.



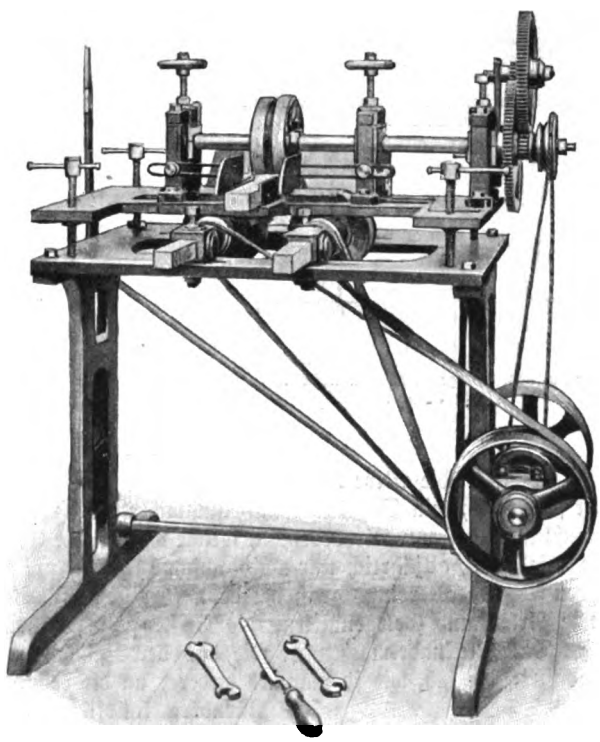
517. Spitzen der Haarnadeln.



518. Lager der Spitzen zum Schleifstein.

rollen. Diese beiden verschiedenen Stellungen der Spitze zu den Steinen sind in der Abb. 517 etwas deutlicher dargestellt.

Da die Nadeln zwei Spitzen haben, so müssen sie nach dem ersten Durchgang umgedreht und noch einmal aufgegeben werden. Bei manchen Haarnadeln folgt nunmehr das kräuseln (Abb. 520), welches den Zweck hat, sie fester im Haar sitzen zu lassen. Es geschieht dies entweder nach dem biegen durch pressen zwischen zwei hierfür entsprechend vorgerichteten Flächen oder durch rotierende Walzen (Abb. 521), zwischen denen die Enden parallel den Walzenachsen durchgeführt werden. Auch hat man andere Vorrichtungen erdacht, welche mehr für Massenbearbeitung bestimmt sind. Nunmehr folgt die event. letzte Behandlung vor dem verpacken, das umschlagen oder biegen. Die Nadeln werden, schön nebeneinander geordnet, auf eine Rinne, a (Abb. 522), gelegt und durch einen niedergehenden Stempel, b, durchgebogen (Abb. 523). Auch verwendet man Umschlagemaschinen, wie sie in der Klempnerei verwendet werden. Die Nadeln werden hier (Abb. 524 u. 525) zwischen die beiden Leisten m und n gebracht und durch drehen der Leiste p gebogen.



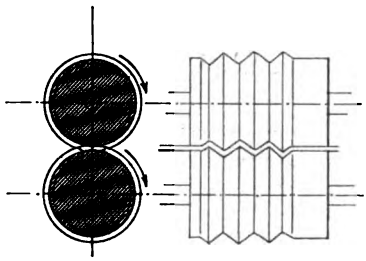
519. Haarnadelspitzmaschine.

Mit dem Spitzenschleifen der Haarnadelschäfte ist auch alles gesagt, was über die Herstellung der Stricknadeln zu sagen ist, abgesehen von dem richten und härten, welches wieder der Behandlung der Schäfte der Nähnadeln entspricht. Die Stricknadel gehört bis zum spitzen der Herstellungsweise der Nähnadel und in Bezug auf das

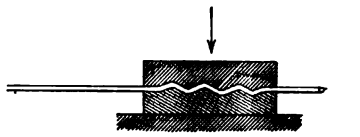
Digitized by Google

spitzen der Haarnadel an, wird also gerollt, gehärtet und gescheuert wie die erstere. Auch beim spitzen werden häufig zwei Steine gleichzeitig verwendet, von denen der eine die kurze Spitze anschleift, während der andere den Schaft von dieser Spitze schlanker gestaltet, also unmittelbar hinter der Spitze und schärfer angreift, wie es der in der Abb. 518 dargestellten Form derselben entspricht.

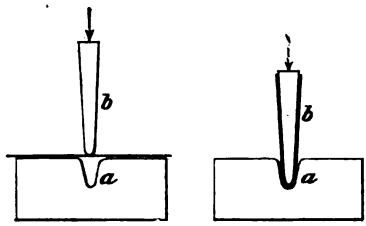
Die Häkelnadel oder der Häkelhaken ist von allen diesen Artikeln noch am meisten der Handarbeit verblieben, indem die Haken einzeln vom Arbeiter eingefeilt werden müssen. Es geschieht dies vor dem härten nach sonstiger Fertigstellung, die, soweit der Schaft nicht profiliert ist, genau der der Stricknadel gleicht. Nadeln mit profilierten Schäften erfordern eine Schlag- oder, wie man auch sagt, eine Stampfarbeit und einen Schnitt, wovon die erstere das Profil liefert und der zweite den dabei gebildeten Grat entfernt. Bei einfachen, wenig geschwungenen Profilen kann der Grat durch schleifen von der Hand entfernt werden. Solche Formen können auch unter Umgehung des stanzens eingerollt werden.



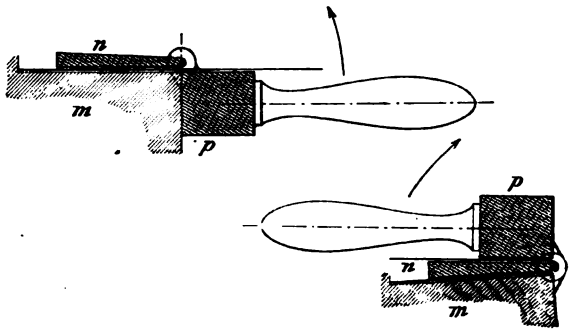
521. Kräuseln der Haarnadeln durch walzen. (Zu S. 211.)



520. Kräuseln der Haarnadeln durch pressen. (Zu S. 211.)



522 u. 523. Biegen der Haarnadeln. (Zu S. 211.)

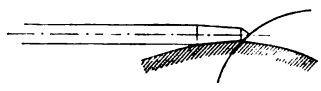


524 u. 525. Anschlagen. (Zu S. 211.)

Fabrikation der Stecknadeln.

Wie stark die aktive Armee der kleinen nützlichen Stecknadelmännchen wohl sein möge, hat selbst noch kein Engländer aufzusummieren versucht. Die Zahl müßte schier unaussprechlich sein, wenn wir bedenken, welche Massen die Ersatzkommissionen, die Nadler oder Nadelfabriken, alljährlich nur als Nachschub liefern, um die Armee vollzählig zu erhalten, deren Abgang allerdings groß ist; denn es gibt ja für die Stecknadel fast ebenso mannigfache Arten und Gelegenheiten, die Existenz einzubüßen, wie für den Menschen selbst.

Das Stecknadelmachen ist wie das der Nähnadeln eine alte, ursprünglich deutsche Industrie, die sich, wie so manches andere, an die erfinderische und gewerbfleißige Stadt Nürnberg knüpft. Das Technische dabei hat sich seit 1680 oder 1690, um welche Zeit die Wippe erfunden wurde, im wesentlichen nicht geändert, soweit überhaupt die alte Industrie mit Handbetrieb noch besteht. Der Stoff zu Stecknadeln ist fast immer Messingdraht; doch finden auch eiserne Nadeln, die schließlich blau angelassen oder mit Öl in der Hitze geschwärzt werden, als Trauernadeln einige Verwendung. Der Draht verlangt häufig eine Vorbearbeitung, um ihn härter zu machen, als er von den Drahtmühlen geliefert wird: man nimmt ihn nämlich etwas stärker,



526. Anschleifen der Stricknadeln.

Digitized by Google

als die Nadeln werden sollen, und zieht ihn auf einem Handzuge (Handleier) noch durch einige Zuglöcher. Von dieser Vorarbeit abgesehen, ist die erste Handhabung das geraderichten des aufgewundenen Drahtes, auf dem uns bereits (Abb. 477) bekannten Wege. Ist der Anfang eines Drahtringes zwischen die Stifte eingelegt, so faßt ihn ein Arbeiter mit der Zange und zieht eine Strecke von etwa 20 Schritt heraus, kneipt dann kurz vor den Stiften ab und fährt so fort, bis alles in gleichlange, gerade Stücke verwandelt ist. Letztere werden nun in Bündeln von 100 und mehr Drähten zusammen ganz in derselben Weise unter Anwendung von Längenmodeln zerschroten, wie dies bei der Nähnadelfabrikation stattfindet, und zwar gewöhnlich ebenfalls in Stücke von doppelter Nadellänge. Hierbei kann Maschinenkraft förderlich sein, doch geht das zerschneiden nach der hergebrachten Art auf der mit dem Fuße getretenen Stockschere auch flott genug. Der Arbeiter kann etwa sechs Schnitte in der Minute machen und stündlich 30—50000 Doppelschäfte liefern. Das anspitzen dieser letzteren auf beiden Seiten und nachherige halbieren ist auch eine uns schon bekannte Arbeit; nur geschieht hier das schleifen nicht auf Sandsteinen, sondern auf schnell rotierenden Stahlscheiben (Spitzringen) von 12—15 cm Durchmesser, die auf ihrem Umfange mit Feilenhieb versehen sind. Für feinere Nadeln hat man auf derselben Welle wenigstens zwei Spitzringe mit verschiedenem Hieb, zum grob- und feinschleifen. Gleichzeitiges bearbeiten von etwa zwei Dutzend Nadeln unter beständigem drehen zwischen den Fingern findet hier ebenso wie bei den Nähnadeln statt, und das Geschäft ist ebenso ungesund oder noch verderblicher durch den auftretenden Schleifstaub, den man daher durch blasebalgartige Vorrichtungen möglichst zu beseitigen sucht. Aber die feinsten Messingstäubchen finden doch ihren Weg in die Lungen und in den ganzen Körper und untergraben die Gesundheit; ja die Wirkung ist so tiefgreifend, daß die Haare der Zuspitzer sich mit der Zeit deutlich grün färben.

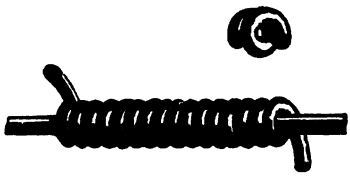
527. Drillen der Nadeln.

Spinnen der Kopfspirale. Das der Stecknadelfabrikation Eigentümliche ist die Art, wie ihnen nunmehr ein Kopf aufgesetzt wird. Derselbe besteht, wie leicht zu ersehen, aus ein paar fest anliegenden Windungen eines dünneren Drahtes, und es gilt zunächst, diese Gewinde zu erzeugen. Ein großes, mit Kurbel und Schnur versehenes Rad treibt ganz in der Weise des Spinnrades eine kleine Spindel rasch um. Von letzterer ragt ein $^2/_3$—1 m langes Stück Messingdraht, von derselben Dicke wie die betreffende Nummer der Stecknadeln, als Verlängerung heraus und macht die Drehung mit. Es ist dies die Kopfspindel, und sie ist dazu da, den für die Nadelköpfe bestimmten Draht in einer dicht gedrängten Spirale sich aufwinden zu lassen. Der Kopfdraht, der weich und geschmeidig sein muß, wickelt sich von einer Spule ab und auf die Kopfspindel auf, nachdem der Anfang desselben an dieser fest gehakt worden. Die frei herausragende Kopfspindel bedarf

Digitized by Google

aber hierbei auch für das freie Ende einer Auflage; der Arbeiter bedient sich dazu eines in der Hand geführten Klötzchens, das zwei Stifte und eine Öse hat. Zwischen die Stifte kommt die Spindel zu liegen, und durch die Öse läuft der aufzuwindende Draht. Hiernach dient dieses sogenannte Klopfholz zugleich zur egalen Aufleitung des Drahtes, so daß Gewinde sich an Gewinde legt, und wird zu diesem Zweck vom Arbeiter in angemessener Geschwindigkeit von dem festen Ende der Spindel bis zum freien hingeführt, wobei schon der sich aufwickelnde Draht selbst einen Antrieb gibt. Die Arbeit hat sonach in ihrem Ansehen etwas Seilermäßiges und heißt auch das spinnen. Es geht aber dieses vollwickeln des Drahtes so rasch, daß eine Person in der Stunde die Gewinde zu 36000 Nadelköpfen herstellen kann. Übrigens erfolgt die Herstellung von Drahtspiralen in derselben Weise auch bei anderen Industriezweigen, z. B. bei Anfertigung von Hosenträgerfedern, und es gibt für dieses spinnen auch selbstthätige Maschinen, die mit mehreren Spindeln zugleich arbeiten.

Die von den Spindeln abgezogenen Spiralröhrchen werden nunmehr auf einer kleineren und feineren Stockschere, wieder zehn und mehr Stück auf einmal, in kurze Stückchen geschnitten, deren jedes einen Nadelkopf gibt (Abb. 528 u. 529). Die Kunstfertigkeit besteht hier darin, daß jeder Abschnitt nicht mehr und nicht weniger als zwei Windungen hat, und außerdem in der außerordentlichen Geschwindigkeit, daher denn auch ein solcher Kopfabschneider 20—40000 Stück in der Stunde expediert. Um das nun folgende anköpfen zu erleichtern, werden die Abschnitte gewöhnlich durch ausglühen noch mehr erweicht.

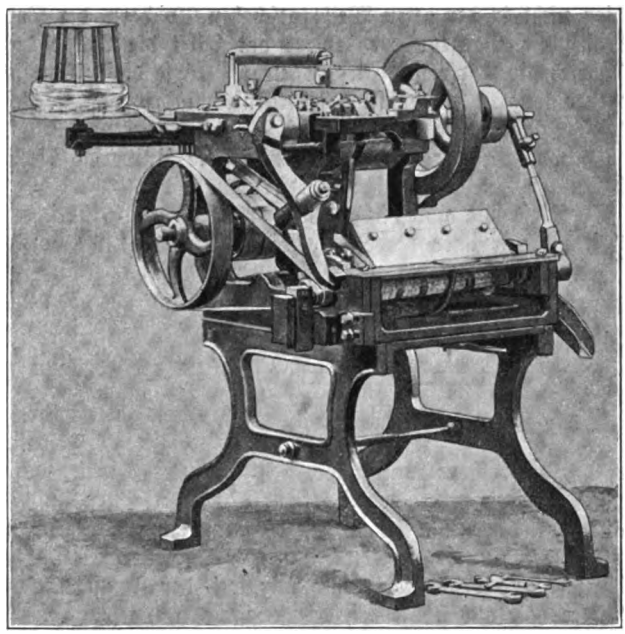


528 u. 529. Kopfspiralen.

Anköpfen. Die letzte Hauptoperation bildet die Vereinigung des Nadelschaftes mit dem Kopfe, das anköpfen, auf der Wippe, die eine Art kleines Fall- und Prägwerk vorstellt. Auf einem soliden Tischchen oder Holzklotz ist ein kleiner stählerner Würfel befestigt, in dessen Oberfläche ein rundes Grübchen für den Kopf und eine Kimme zur Aufnahme des Schaftes der Stecknadel eingepunzt ist. Dies ist der Unterstempel der Wippe, und das Gegenstück hierzu, ein ebensolches stählernes Klötzchen, enthält ebenfalls ein halbkugeliges Grübchen, das auf jenes erstere genau paßt und mit ihm zusammen die Hohlform bildet, in welcher dem Stecknadelkopf Halt und Gestalt gegeben werden soll. Dieses zweite, den Oberstempel ausmachende Stück sitzt natürlich unten an dem beweglichen auf und nieder gehenden Teile des Apparates, welcher aus einer senkrechten, in Führungen gleitenden Stange besteht, die in der Gegend ihrer Mitte mit einem Bleikugelgewicht von 4—6 kg beschwert ist. Durch einen Fußtritt oder Steigbügel mit Schnurenzug hat der Arbeiter diesen beweglichen Teil in der Gewalt; durch niedertreten geht derselbe in die Höhe und fällt beim nachlassen durch die eigene Schwere. Die Schläge können so schnell erfolgen, weil die ganze Hubhöhe beim arbeiten noch keinen Zoll beträgt. Dies ist nun die Wippe, an welcher selbst Mädchen und Knaben arbeiten können. Der Arbeiter hat eine Partie angespitzte Schäfte und Kopfringel vor sich; er nimmt einen der ersten, fährt mit der Spitze in den Haufen der letzteren, spießt einen derselben auf, schiebt ihn sogleich nach dem Kopfende hin, legt, indem er durch einen Druck auf den Tritt den Oberstempel hebt, die Nadel in die kleine Versenkung des Unterstempels und gibt rasch vier bis sechs Schläge, wobei er der Nadel jedesmal eine Wendung gibt. Die Nadel wird nämlich bei dieser Bearbeitung nicht aus der Hand gelassen; sie steht mit der Spitze so weit heraus, als zum halten nötig ist, denn die Arbeitsfläche des kleinen Amboßes oder Unterstempels beträgt, wie die seines Gegenstücks, nur etwa 9 mm im Quadrat. Durch die Zusammenstauchung des weichen Drähtchens in der Hohlform der Wippe bekommt der Kopf der Stecknadel einen festen Halt. Zur Befestigung trägt auch der scharfe Bart etwas bei, der durch den Scherenschnitt am Schafte entstanden ist und nun in die Masse des Kopfes mit eingearbeitet wird. — Ein geübter Arbeiter kann per Tag 10—15000 Nadeln anköpfen.

Digitized by Google

Nachdem die Nadeln mit Köpfen versehen und sonach in der Form vollendet sind, müssen sie jedenfalls von Schmutz und Anlauf befreit und wieder blank gebeizt werden, was durch kochen mit Weinsteinlösung oder sehr verdünnter Schwefelsäure bewirkt wird; auch bringt man sie wohl mit der Beizflüssigkeit zusammen in eine Drehtonne und unterstützt so die Wirkung der Beize durch mechanisches scheuern. Die gebeizten und mit reinem Wasser sorgfältig wieder gewaschenen Nadeln läßt man entweder gelb an oder gibt ihnen schließlich, was in den meisten Fällen geschieht, eine Verzinnung durch das sogenannte weißsieden. Die völlig rein gebeizten Nadeln werden zu diesem Ende mit Wasser in einen kupfernen, inwendig verzinnten Kessel gebracht, eine gewisse Portion Weinstein und fein gekörntes Zinn oder Zinnspäne, auch wohl mit einem Anteil Zinnsalz, zugegeben und das Ganze so lange, etwa $1\frac{1}{2}$—2 Stunden, gekocht, bis die Nadeln durch einen Überzug von Zinn schön weiß geworden sind. Die weinsaure Salzlösung nimmt hierbei einen Anteil von Zinn in sich auf, das sich aber durch Austausch gleich wieder auf das Messing niederschlägt, in derselben Weise, wie blankes Eisen, in eine Lösung von Kupfervitriol getaucht, sich augenblicklich mit einem Kupferhäutchen überzieht. Die weißgesottenen Nadeln werden gut gewaschen, durch schütteln mit Sägespänen oder Kleie getrocknet, von dem Trockenmittel durch sieben, schwingen oder eine Windfege wieder getrennt, schließlich auch wohl in einer Laufstrommel mit Kleie noch etwas poliert.



680. Universal-Stecknadelmaschine. (Zu S. 216.)

In niederrheinischen Fabriken werden seit einiger Zeit die Nadelköpfe aus Zinn an die Schäfte angegossen. Hundert Schäfte, deren Kopfenden mit einem Schlage rauh gezwickt werden, sind in eine Zange gespannt, welche zugleich Gießform bildet und in welche das flüssige Zinn eingegossen wird. Die Grate werden auf einer Schleifmaschine beseitigt.

Einbriefen. Die Stecknadeln erscheinen im Handel entweder in ungeordneten Massen, wie die Nägel, und werden dann nach Gewicht verkauft, oder sie sind als Briefnadeln in gewisser Zahl und Ordnung auf Papier gesteckt. Dieses einstecken besorgen Kinder, und die einfache Arbeit wird durch einige Hilfsmittel noch bedeutend bequemer gemacht. Das Papier wird von besonderen Arbeitern in die gehörigen Falten gelegt, entweder durch brechen über eine scharfe Kante und streichen, oder mehr maschinenmäßig durch einen kleinen Falzapparat; dann kommt es zwischen eine Art Klemme, die auf dem Arbeitstische in horizontaler Lage angebracht ist und hier durch Federdruck in der gehörigen Lage gehalten wird. Das Papier steht hierbei, mit dem Rücken der gebrochenen Falten nach dem Arbeiter zu gerichtet, etwas aus der Klemme hervor, und die Nadeln werden nun entweder ohne weiteres durchgestochen, oder das Papier wird vorher durchlöchert mittels eines Kammes mit stählernen Spitzen, der gleich eine ganze Reihe Löcher in der bestimmten Ordnung einsticht. Damit aber das Kind weder die vorgestochenen Löcher, noch, wo diese nicht gemacht werden, die richtigen Stellen für die

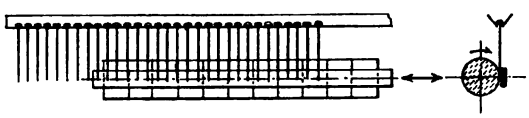
Digitized by Google

einzustoßenden Nadeln zu suchen braucht, ist der obere linealförmige Teil der Klemme mit eingefeilten Kerben versehen, von der Stellung und Zahl, welche die Nadeln haben sollen, und es ist somit nichts nötig, als durch jeden der kleinen Schlitze hindurch eine Nadel ins Papier zu führen. Der kleine Arbeiter sorgt immer, daß er eine ziemliche Anzahl Nadeln zugleich in Händen hat; und um solche von dem wirren Haufen weg, den er auf dem Schoße liegen hat, gleich geordnet zu bekommen, bedient er sich eines geraden Hornkammes, in dessen Zinken er ein paar Griffe Nadeln einschlägt, wobei dann die mit den Köpfen nach oben gerichteten hängen bleiben und mit Fingern abgestrichen werden.

Maschinen. In England und einzeln in Deutschland (z. B. Riebel & Müller zu Mühlhausen in Thüringen) hat man Maschinen, die ganz selbstthätig den in Rollen aufgegebenen Draht zu Stecknadeln verarbeiten, also das abschneiden, anspitzen und anköpfen jedes einzelnen Stückes rasch hintereinander vollführen. Die Bildung der Köpfe kann hier nicht in der alten Weise geschehen, sondern der Kopf bildet mit dem Schafte der Nadel ein Ganzes; der letztere hat selbst die Masse dazu liefern müssen, mit einem Worte: die Köpfe sind angestaucht. Köpfe dieser Art sind nie ganz rund, sondern entweder langrund oder stumpf birnenförmig, so daß sie sich einigermaßen den Köpfen gewisser Nagelsorten nähern.

Einen sehr guten Ruf genießt die Universal-Stecknadelmaschine des uns bereits bekannten Friedrich Kaiser in Iserlohn.

Diese Maschine (Abb. 530) empfängt den in üblicher Weise aufgespulten Draht und liefert die fertigen Nadeln ab, bildet also wohl das vollkommenste, was auf diesem Gebiete zu finden ist. Sie besteht aus den uns bekannten Einrichtungen zum spannen und auf Länge schneiden, dem in der modernen Fabrikation das kopfmachen folgt. Dies geschieht in drei Stufen. Die Form des Kopfes ist dabei, wie bereits erwähnt, nicht die bisher besprochene kugelartige, sondern mehr gedrückt, woran diese Art Stecknadeln sofort von den oben besprochenen älterer Art zu erkennen ist. Dann wandern die Nadeln, wie aus Abb. 531 zu erkennen ist, mit Hilfe einer schrägen, aus zwei Blechstreifen gebildeten vförmigen, unten offenen Rinne zur Schleiferei. Dieselbe ist in Abb. 532 besonders skizziert und besteht eigentlich nur aus der Fortsetzung dieser Rinne und einer langen Walze, die aus stählernen Ringen zusammengesetzt ist. Diese sind wie feine Feilen gehauen und gehärtet, bilden also eigentlich keine Schleifwalze, sondern eine Feilwalze. An diese Walze werden die davorhängenden Nadeln mit ihren Enden durch eine Schiene angedrückt, welche eine seitliche Bewegung ausführt und so die Nadeln in eine rollend vorschreitende Bewegung versetzt, unter deren Einwirkung die Spitzen von der Feilwalze mit ihrer vollkommenen Rundung angearbeitet werden.



531 u. 532. Schleifen der Stecknadeln.

In England ist man übrigens zu einer anderen Fabrikationsweise übergegangen, indem man es zweckmäßiger fand, das schneiden und das spitzen gänzlich nach alter Art durch Handarbeit zu verrichten und nur schließlich das aufstauchen der Köpfe einer nunmehr sehr vereinfachten Maschine zu übertragen; dieses Verfahren, welches gegenwärtig in den englischen Stecknadelfabriken ziemlich allgemein geworden ist, rechtfertigt sich durch die Beobachtung, daß gerade die Verfertigung und das Aufsetzen der Köpfe nach alter Art den größten Zeitaufwand verursacht; während nämlich nach dem alten Verfahren mit winden und schneiden der Kopfdrähte nebst aufsetzen der Köpfe unter der Wippe eine Person stündlich wenig über 1000 Köpfe zustande bringen würde, liefert eine Maschine bei ungestörter Arbeit stündlich 7000—9000 Köpfe. Auch zum einstechen der fertigen Nadeln in Papier sind Maschinen in Anwendung gebracht worden.

Digitized by Google

Die Nägel.

Nagel und Nadel sind wohl früher eins gewesen. Dieselben spitzen Naturerzeugnisse wie Dornen, Fischgräten u. s. w. haben wohl dem Menschen in seiner allerersten Kulturstufe zum lochen und heften weicher Körper, Blätter, Rinde, gedient, und erst als die vorgeschrittenen Fertigkeiten, gleichlaufend mit den feineren Bedürfnissen Kopf und Öhr, zu Anfang sicher nur ein eingearbeitetes Häkchen, fertigen lehrten, trennten sich Nagel und Nadel.

War es die Kleidung, welche die Nadel erforderte, so war es die Wohnung, das Bauwerk, welche die Weiterbildung des Nagels schuf, und so finden wir Nägel aus Eisen, Kupfer und Bronze schon bei den alten Kulturvölkern, besonders den Ägyptern, Griechen und Römern, unter deren Nachlaß. Und für unsere Gegenden beweisen die Funde bei Hallstatt, die Totenkammern der Hünengräber und die Pfahlbauten, daß schon in prähistorischer Zeit, von den Kelten, also vor mehr als 2500 Jahren, Nägel durch gießen und schmieden hergestellt worden sind. Auch Nageleisen sind schon in prähistorischer Zeit verwendet worden, wie ein Fund im Jura bei Eisenschmelzhütten bewiesen hat.

533. Nagelschmiede im 16. Jahrhundert. Nach Jost Amman.

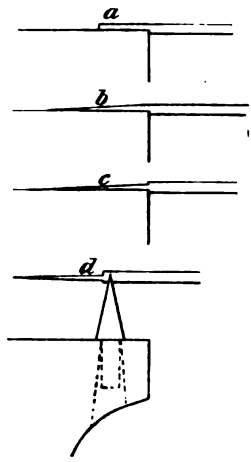
Die gewerbsmäßige Herstellung, der Begriff: Nagelschmied, begann erst mit dem Mittelalter, wo sich eine Zunft bildete, die sich von anderen Artikeln fernhielt. Hierdurch wurde erst die eigentliche Geschicklichkeit erzogen, welche zu Zentralstätten der Nagelschmiederei führte. Die erste Zunft der Nagelschmiede bildete sich 1460 zu Augsburg. Bekannt sind Schmalkalden und Kronenberg (Rheinland), wie in England Birmingham und Derbyshire, als alte Horte dieser Kunst. — Auch die Maschine hat sich schon seit längerer Zeit eingebürgert. Zuerst wurde (Clifford, 1790) das glühende Eisen zwischen zwei, mit entsprechenden Vertiefungen versehene Walzen gebracht, die den Kopf zu bilden hatten, und schon 1809 bestanden in Birmingham Nagelfabriken. 1841 verwendete man Schmiedemaschinen mit Gesenken (Ryder), und um das Jahr 1800 schnitt man bereits die Nägel aus entsprechend vorgewalztem Eisen (Guppy). 1830 verwendete man hierzu gewöhnliches Eisenblech. Während der Jahre 1790 bis 1852 wurden in England über 50 Patente auf Maschinen zum Nagelschmieden genommen.

Den größten Fortschritt machte die Nagelfabrikation nach Einführung der Drahtnägel, welche lange Zeit als Pariser Nägel den Markt beherrschten. Die erste hierzu vorgeschlagene Maschine wurde 1811 für White patentiert. Indessen konnte sich diese Maschine noch nicht einführen. Erst 1832 gelang es Philippe in Paris, diesbezügliche Erfolge zu erzielen, dem wesentlich bessernd 1846 Werder in Nürnberg folgte. — In Deutschland fand die Maschine erst 1840 Eingang. Heute hat die Drahtstiftfabrikation ihren Hauptsitz in Westfalen (Hamm, Altena), wird aber auch an anderen Orten, wo Draht verarbeitet wird, betrieben.

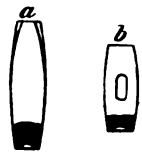
Der Vorgang beim Nagelschmieden ist sehr einfach: Der Schmied legt das gut warm gemachte Eisen auf die Amboßkante (Abb. 534a) und bildet zunächst durch einen oder mehrere kräftige Schläge einen Ansatz, der den Kopf geben soll und gleich die

Digitized by Google

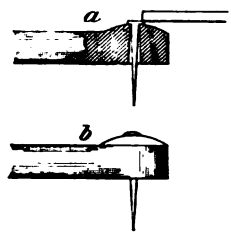
richtige Stärke des Nagelschaftes, unter dem Kopf, bestimmt. Dann wird mit möglichster Schnelligkeit die Spitze angeschmiedet (Abb. 534b), durchgerichtet (Abb. 534c) und mit dem Abschrot die Abtrennung dicht am Ansatz (Abb. 534d) nahezu vollständig bewirkt. Dies muß so weit getrieben werden, daß der Nagel eben noch am Eisen haftet und nach dem einstecken in das Nageleisen (Abb. 536a) leicht abgelöst werden kann. Denn nur wenig Zeit ist noch übrig. Die Spitze ist längst schwarz, und nur der Kopfansatz zeigt vermöge seiner größeren Stärke eine dunkle Röte. Aber diese genügt für die Kopfbildung, welche durch einige gut gezielte schnelle und kräftige Schläge vollendet ist (Abb. 536b). Diese Schläge sind bei einem guten Nagelkopf scharf zu erkennen und zeigen darin den Meister, während der Lehrling seine geringe Gewandtheit durch einen rundlichen Kopf verrät, welcher eine große Anzahl Hammerschläge erhalten mußte, um einigermaßen die vorgeschriebene Form zu erhalten. Häufig indessen, namentlich bei größeren Nägeln, wird der Kopf nach einer vorläufigen Abschmiedung mit Hilfe eines Kopfmachers (Abb. 535) geglättet, der entweder die Form eines Handstempels (a) besitzt oder ein Stielwerkzeug (b) ist.



534. Anschneiden der Spitze.

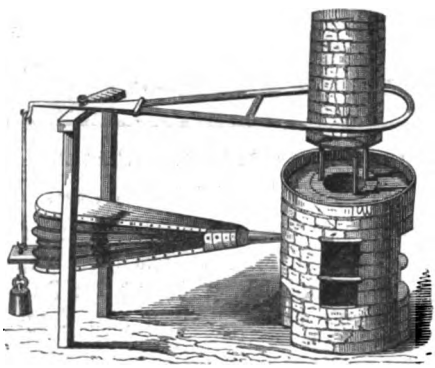


535. Anstauchen des Kopfes.



536. Kopfmachen.

Um das herauswerfen der Nägel zu erleichtern, wird zuweilen unter dem Nageleisen eine Feder angebracht, welche von der Nagelspitze heruntergedrückt wird, aber ihre Wirkung äußert, wenn der Nagel erkaltet und der Kopf fertig ist. Mit Hilfe der Erschütterung des letzten, nebengegebenen Hammerschlages fliegt dann der Nagel heraus. Auch hat der Schmied eine kleine Nadelzange zur Hand, um vorkommendenfalls nachhelfen zu können.



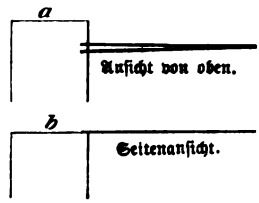
537. Nagelschmiedeofen.

Das zu den Nägeln zu verwendende Eisen muß, wenn die Arbeit schnell von statten gehen soll, natürlich der Stärke des Nagels genau angepaßt und ein sehr gutes sein, weil es sonst unganz wird und keine gute Spitze gibt.

Besondere Aufmerksamkeit wird dem Feuer zugewendet. Es darf nicht zu scharf sein, weil sonst das Eisen unnötig verbrennt, und doch muß es kräftig genug sein, um unnötiges warten zu vermeiden. Vor allem muß es sparsam bedient werden, denn es brennt den ganzen Tag, frißt Kohlen, und der Verdienst ist nur kärglich. So findet man wohl kaum irgendwo so sorgfältig gehegte Feuer, als in den kleinen Nagelschmieden, an denen sogar oft mehrere gleichzeitig arbeiten. Abb. 537 stellt ein solches Feuer dar, an welchem drei Schmiede Platz finden. Jeder muß zum Blasebalg gelangen können, um schnell ein paar Züge zu geben und die nötige Wärme zu erzeugen. Der Blasebalg hat aus diesem Grunde einen bügelförmigen Hebel, der um den Schornstein herumreicht und jedem der Schmiede zur Hand ist; aus gleichem Grunde hat der ofenförmige Herd drei Öffnungen. Es gibt sogar Schmieden mit vier Arbeitsstellen: ein quadratischer Schmiedeherd, dessen ganzes Feuer nicht größer als ein halber Mauerstein in der Fläche ist. Der Blasebalg ist zurückgestellt und gibt so dem vierten Arbeiter Raum. Ein besonders eingerichtetes Trittwerk gestattet jedem, nach Bedarf zu blasen.

Digitized by Google

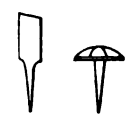
Kurze kräftige Nägel werden auch wohl zu zweien in einer „Hitz“ angefertigt. Kleine Nägel, namentlich Stahlzwecken, werden sogar oft zu zweien gleichzeitig geschmiedet. Zu diesem Behufe werden (Abb. 538) zwei, sogar drei Stahlstangen von etwa 35 cm Länge zu einem Bündel zusammengeschweißt, mit den Enden gleichzeitig warm gemacht und mit denselben Hammerschlägen gleichzeitig gespitzt. Das bei diesem spitzen erforderliche schnelle wenden wird durch das zusammenhaften der in der linken Hand oder in der Zange befindlichen anderen Enden nicht beeinträchtigt, und die Spitzen werden so nahe aneinander auf dem Amboß gehalten, daß derselbe Schlag beide trifft. Nur das einstecken, abbiegen und abhauen, sowie natürlich das kopfmachen geschieht nacheinander, und das mit solcher Gewandtheit, daß der erste Nagel fast noch glühend ist, wenn der zweite fertig abfällt.

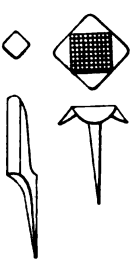


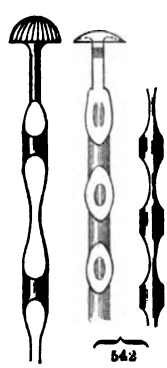
538. Doppelschmieden von Stahlzwecken.

Besondere Schwierigkeiten bietet die Herstellung der dicken Köpfe der Schuhnägel. Der Nagelschmied muß sehr viel Eisen stehen lassen und außerordentlich genau schlagen; fällt der Schlag nicht ganz genau, so legt sich das Eisen schief um, und der Schaft kommt nicht in die Mitte desselben. Abb. 539 zeigt den auf der etwas rundlichen Amboßkante aus Quadrateisen abgesetzten Stift mit dem für den Kopf bestimmten, bereits abgetrennten Material und dabei den fertigen Nagel.

Leichter hat es die Maschine, welche, einmal richtig ausgerichtet, stets genau schlägt; aber auch hier bedarf es einer besonderen Sorgfalt, den feinen Schaft vom dicken Kopf abzusetzen. Dazu werden verschiedene Wege eingeschlagen. Das der Handarbeit Ähnliche besteht darin, daß der Vierkantdraht durch zwei Backen (Abb. 540) so abgekniffen wird, daß der Schaft in möglichster Schlankheit und gut gespitzt seitlich stehen bleibt, worauf die folgende Operation den Kopf anstaucht und so den fertigen Stift liefert. Nach einer anderen Methode wird Runddraht durch gleichzeitig von vier Seiten herangehende Stempel (Abb. 541) so umgeformt, daß er das Material für Kopf und Schaft in richtiger Verteilung enthält, worauf beide Teile im folgenden Schlag, wie das obere Ende des dargestellten Stabes zeigt, ihre fertige Form erhalten. Nach einem dritten Verfahren wird der runde, der Maschine aufgegebene Draht nur von zwei Stempeln (Abb. 542) vorbereitet, worauf der flache Teil zum runden Schaft und der andere zum Kopf umgeformt wird. Dieses letztere Verfahren ist nur für niedrige Köpfe verwendbar.


539. Schuhnagel.


540. Maschinennagel.


541 u. 542. Herstellung der Nägel aus Runddraht.

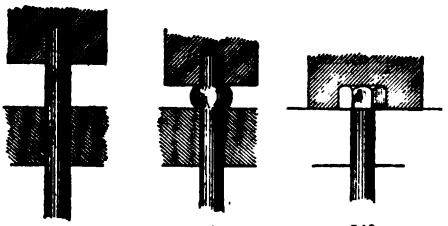
Auch bei kalt gestanzten Schraubenbolzen mit Formköpfen, sechskant u. s. w. muß eine Vorbereitung stattfinden, da das Material sich nicht, wie in der Abb. 543 dargestellt, in einer Operation soweit zusammendrängen läßt. Das höchste, was auf diesem Gebiet, also kalt, zu leisten ist, zeigt Abb. 543a, wo der cylindrische Schaft durch einen einzigen Druck in einen schlank konischen Kopf umgewandelt worden ist. Derselbe muß also, falls er nicht in dieser Form verwendet werden kann, durch eine zweite Pressung umgestaltet werden. Die für derartige Zwecke übliche Vorarbeit ist in der Abb. 544 dargestellt. Der Stempel nimmt etwa 2 Durchmesser des Schaftes als Länge in sich auf und staucht den freien Teil des Schaftes zu einem kugelähnlichen Körper zusammen (Abb. 545). Dann wird durch eine folgende Pressung beides in die endgültige Form (Abb. 546) gebracht. Das Erfordernis, denselben Bolzen mit zwei verschiedenen Stempeln zu prägen, führt zu Maschinen mit revolverähnlich wechselnden Stempeln. Bei der neuesten Maschine der Firma Malmedie & Co. in Düsseldorf befindet sich der Bolzen in einem vertikal

Digitized by Google

geführten Schlittenblock, welcher in seiner oberen Stellung dem einen, in seiner unteren Stellung dem anderen Stempel dargeboten wird.

Das anstauchen eines Wulstes, wie oben angegeben und durch die Abb. 545 erläutert ist, findet häufig statt, wenn es gilt, einen Bund frei im Schaft anzubilden, wie bei kleineren Werkzeugen, Ahlen u. s. w. (Abb. 547a u. b). Neuerdings ist von diesem Vorgang eine sehr hübsche Nutzanwendung gemacht worden. Abb. 548d zeigt ein messingenes Knöpfchen zu Korsettstangen, welches auf einer Maschine gefertigt wird und zwar von der soeben genannten Firma Malmedie & Co., die genau der Stiftmaschine (Abb. 578) gleicht. Bei derselben sind aber die Backen a in horizontaler Richtung, also in der Richtung der Achse und gleichzeitig der des Schlages beweglich. Wie aus der Abb. 548a zu erkennen, packen sie den Schaft etwas vor den letzten Backen, welche das festhalten und abkneifen besorgen, und leisten dem Schlag des Hammers erst dann Widerstand, wenn sich der Wulst (Abb. 548b) angestaucht hat. Die Gewalt des Schlages liefert also zuerst diesen Wulst und dann erst (Abb. 548c) den Kopf, wenn sich durch Anstauchung des Wulstes oder Bundes der erforderliche Widerstand gebildet hat.

543. Bildung des Kopfes. (Zu S. 219.)



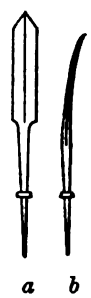
544 545 546

544 bis 546. Bildung des Kopfes. (Zu S. 219.)

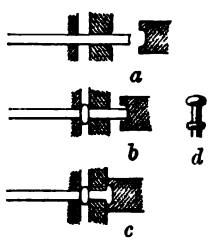
Zur mechanischen Herstellung der Nägel aus glühendem Eisen benutzte man zuerst Walzwerke, welche man späterhin mannigfach verbessert hat. Ein solches Walzwerk ist in Abb. 549 in der Vorderansicht und im Schnitt 1—2 in Abb. 550 abgebildet. Es besteht aus zwei an beiden Seiten mit Zahngetrieben ineinander greifenden Walzen C C, die, entsprechend der Form, welche die Nägel erhalten sollen, auf ihren Umfängen mit Furchen versehen sind.

Die doppelte Zahnkuppelung der Walzen hat den Zweck, die Umdrehung ganz gleichmäßig zu machen.

In Abb. 550 ist der durch die Walzen gehende und teilweise schon in Nagelform gedrückte Eisenstreifen x sichtbar; die folgende Abbildung aber zeigt ihn, nachdem er die Walzen verlassen hat, unter a von der Breitseite, unter b im Längsdurchschnitt. Er enthält nicht bloß der Länge, sondern auch der Breite nach das Material für eine Anzahl Nägel und kommt nun, um diese einzeln daraus herzustellen, zwischen ein Paar Schneidewalzen E (s. Abb. 549), welche ihn, wie unter a in Abb. 551 zu sehen, in schmale Streifen von einer der Nagelstärke entsprechenden Breite zerschneiden. Die schmalen Nagelstreifen kommen sodann glühend in eine besonders für diesen Zweck konstruierte Maschine, deren Beschreibung hier zu weit führen würde, wo sie zwischen Klemmbacken durch Druck fertiggeformt und einzeln vom Streifen abgeschnitten werden.



547. Bildung eines Bundes im Schaft.



548. Herstellung eines messingenen Knöpfchens zu Korsettstangen.

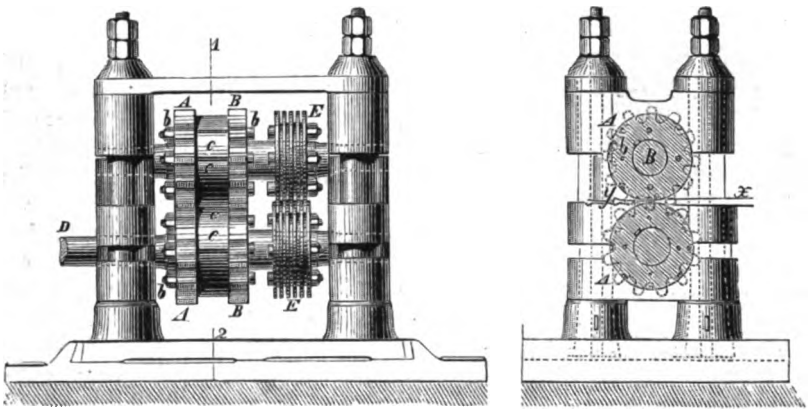
Nun ist noch die Spitze anzubilden. Auch hierzu dient ein Walzwerk, bestehend aus einer runden und einer exzentrischen Walze, wie in der Abb. 552 dargestellt. Die an der letzteren erkennbare daumenartige Erhebung geht bis dicht an die cylindrische Walze heran und preßt so die Spitze am Nagel heraus.

Bei kleineren Haken- und ähnlichen Nägeln, wie solchen für Grubenschienen, wird die Spitze kalt angepreßt, und zwar gleich beim abkneifen. Die Abb. 553a u. b stellen den Vorgang schematisch dar. Die Backen haben also eine solche Form, daß sie oben die schlanke Spitze bilden und sich unten steil eindrängen. Sie stehen aber, wie in der Abb. 553a zu erkennen, nicht zentrisch zur Mittellinie des Eisens, aus welchem der

Digitized by Google

Nagel gepreßt werden soll, und müssen demselben daher, bevor sie zur Wirkung gelangen, eine Biegung erteilen, wie in der Abb. 553b angegeben. Dann erst packen die Backen und trennen dabei den gespitzten Nagel ab. Nun kommt (Abb. 554) der Kopfstempel und formt diesen fertig. Abb. 555a, b und c zeigen ähnliche Formen.

Auch zur kontinuierlichen Anfertigung von Nägeln eignet sich das Walzwerk. Die auf S. 223 abgebildete Maschine (Abb. 556) zeigt für ein solches die Benutzung von vier Walzen, welche an ihrer Peripherie behufs Herstellung verschiedener Nägelsorten mit auswechselbaren Stahlringen bekleidet sind, ähnlich wie bei dem Kettenwalzwerk (Abb. 809).

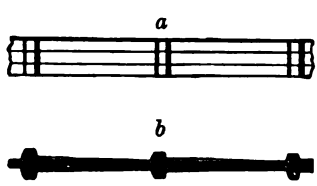


549 550

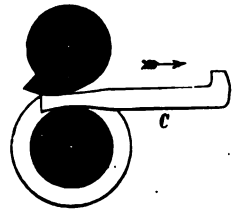
549 u. 550. Nagelwalzwerk von vorn und von der Seite.

Diese Ringe zeigen den zu bildenden Köpfen entsprechende Vertiefungen. Der Antrieb der unteren Walze erfolgt durch das Stirnrad a und die Welle b, welche mit Hilfe des Stirnräderpaares c c die obere Walze und durch die beiden konischen Räderpaare d d die seitlich gelegenen Walzen treibt.

Eine besondere Betrachtung verdient noch ein unscheinbarer und von den allermeisten Menschen nur wenig gekannter Nagel, der Hufnagel. Dieses kleine Ding macht erst die Verwendung unseres besten Freundes unter den Tieren, des Pferdes, möglich. Denn wenn auch in den unkultivierten Gegenden die Pferde vielfach unbeschlagen umherlaufen, so stellen doch unsere festen Wege Anforderungen an die Hufe, denen sie unbeschlagen nicht gewachsen sind. Hat doch schon das Altertum*) vom Hufbeschlag Anwendung gemacht oder unter der Nichtanwendung desselben Schaden gelitten.



551. Gewalzte Nägel.



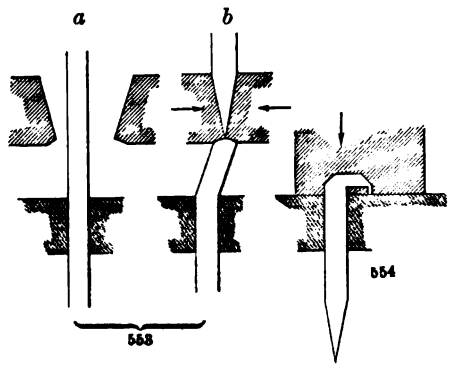
552. Zuspitzen von Eisenbahnnägeln durch Walzwerk.

In Diodors Geschichte Alexanders des Großen wird angeführt, daß die Armee ernste Mißgeschicke zu ertragen gehabt hätte, weil die Hufe der Pferde der Reiterei nicht genügend geschützt gewesen seien. Xenophon, der große Reiterfreund, macht in seiner Abhandlung über die Pferde auf die Notwendigkeit aufmerksam, die Hufe sorgfältig zu behandeln. — Sagt doch schon ein altes spanisches Sprichwort: Wegen eines Nagels geht ein Hufeisen verloren, wegen eines Hufeisens ein Pferd und wegen des Pferdes der Reiter. — Nach Thiers (Histoire de l'Empire) ging die Reiterei, Artillerie und der Train Napoleons auf seinem Rückzuge von Moskau zum großen Teile deswegen zu

*) Vergl. den sehr eingehenden Vortrag des Herrn Jul. Moeller über Hufbeschlag und Hufnagel. Verhandl. des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleißes, Berlin 1880.

Digitized by Google

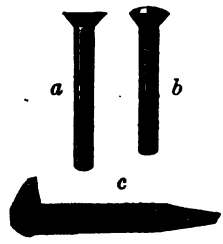
Grunde, weil man es versäumt hatte, sich mit dem nötigen Beschlagmaterial zu versehen. Bei jeder Steigung der hartgefrorenen und mit Eis bedeckten Wege blieben die Pferde mit den Geschützen selbst des kleinsten Kalibers stecken, wenn auch die gewöhnliche Bespannung verdoppelt, verdreifacht wurde. Ebenso ging es den Dänen beim Rückzuge von Schleswig nach Sonderburg in der Nacht vom 5. Februar 1864: Wegen mangelhaften Beschlags der Pferde brauchten die Reiterei und Artillerie 9 Stunden, um eine deutsche Meile bei eis- und schneebedecktem Wege zurückzulegen, und die Geschütze mußten häufig von den Mannschaften befördert werden.



553 u. 554. Mechanische Anfertigung des Schirmennagels. (Zu S. 220 f.)

Immerhin ist der Hufbeschlag erst später eingeführt worden. Die alten Ägypter haben ihn nicht gekannt, und der Goetheschen Legende von Jesus und dem zerbrochenen Hufeisen stehen starke Zweifel entgegen, ob es damals überhaupt Hufeisen gegeben habe. Die Perser, Abessinier, Tataren, Mongolen u. s. w. haben ihre Pferde nicht beschlagen und beschlagen sie heute noch nicht. Die Chinesen thun es heute zum Teil, nach unserer Weise, haben aber, nach Marko Polo, im 13. Jahrhundert keinen Beschlag gekannt, und auch die Japaner haben ihn erst in jüngster Zeit eingeführt. Wohl kannten sie den Schutz des Hufes durch Sandalen von Reisstroh, Seiden- oder Baumwollenstoff. Die Tataren hatten Lederschutz. Die durch ihren Pferdereichtum bekannten Kirgisen beschlagen ihre Reit- und Lastpferde mit Hörnern von Bergböcken, welche mit Hornstiften befestigt werden.

Nach der oben erwähnten Einnahme von Rom scheinen die alten Germanen bezw. die Alemannen die ersten gewesen zu sein, welche eisernen Hufbeschlag kannten. Auch fand man in einem ihrer Gräber — bei Ulm — ein Hufeisen. Die Gräber stammen aus der Mitte des 4. bis Ende des 6. Jahrhunderts. Die militärischen Vorschriften des byzantinischen Kaisers Leo VI. (886—912) enthalten „mondsichelförmige Hufeisen und Hufnägel", ein Beweis, daß damals der Eisenbeschlag der Pferdehufe bereits fest eingeführt war.



555. Nagelformen. (Zu S. 221.)

Die ältesten sicheren Funde stammen*) aus der Salburg bei Homburg vor der Höhe, einer alten römischen Festung, welche wiederholt und zuletzt 280 n. Chr. von den Germanen zerstört wurde, und deren Reste im Jahre 1856 von Dr. Ludwig Beck und dem Oberst von Hohausen aufgedeckt wurden. Bis zum Jahre 1882 wurden — nach einem späteren Berichte des Stadtbaumeisters Jacobi — 51 Stück oder Bruchstücke von Hufeisen gefunden, an einer Stelle 7 Stück, andere mit römischen Legionsziegeln zusammengeschmolzen. Abb. 557 zeigt ein Hufeisen der am meisten vorgefundenen Art. Die Römer kannten also nicht nur den Eisenhufbeschlag zur Zeit ihres letzten dortigen Aufenthaltes, sondern gewiß schon viel früher. Die aufgefundene Straße stammt sicher aus dem Anfang des zweiten, wenn nicht schon aus dem Ende des ersten Jahrhunderts.

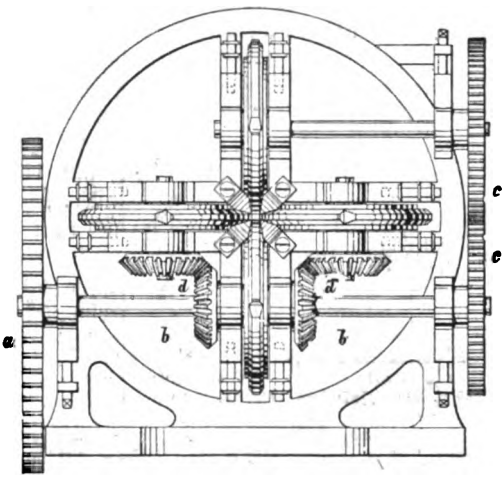
Der Hufnagel bildet gewissermaßen einen Übergang zum Niet. Er besitzt Kopf und Spitze, wie jeder Nagel, ist aber in Bezug auf seine Bindefähigkeit nicht, wie der eigentliche Nagel, auf die Reibung mit dem Material angewiesen, in welches er getrieben ist, sondern muß umgebogen werden, um zu halten. Aus diesem Grunde erfordert der Hufnagel ein sehr zähes Material. Schlechtes Eisen wird schon durch kaltes biegen unzuverlässig; der Hufnagel aber hat gerade an seiner zum Haken umgeformten Stelle zu halten und ist

*) Dr. Ludwig Beck, „Die Geschichte des Eisens", I. S. 876.

Digitized by Google

einer ganz außerordentlich heftigen und stoßweise wirkenden Beanspruchung ausgesetzt. Da reicht das allerbeste Material, das zu haben ist, eben aus; und aus diesem Grunde werden die Hufnägel in den guten Fabriken ausschließlich aus schwedischem Eisen gefertigt. Abb. 558 zeigt, was man mit solchem Material alles anfangen kann.

Früher war der Hufnagel Handarbeit und wurde massenhaft im Thüringischen, im Taunus, Schwarzwald, im sächsischen Erzgebirge, in Schlesien und auch im Bergischen gefertigt. Heute beschränkt sich diese Arbeit fast nur auf Vorarbeit für die Maschine. Abb. 559 zeigt die Form, in welcher der Hufnagel — in größeren und kleineren Dimensionen und sowohl von Hand als auch von der Maschine — vorgeschmiedet wird. Die Nägel kommen dann in die Trommel, in welcher sie mehrere Stunden zu verweilen haben und sich gegenseitig reinigen und einigermaßen blank scheuern. Dann werden sie glatt abgehämmert — diese und die folgende Operation wird, wie bemerkt, heute fast ausschließlich maschinell durchgeführt — und gerichtet, wodurch sie eine gewisse Steifigkeit und besonders bei der Maschinenarbeit große Glätte erhalten. Bei dem vorzüglichen Material geschieht dies unbeschadet der Zähigkeit desselben. Nunmehr erst erhält der Nagel (Abb. 560b) seine Spitze, welche außerordentlich scharf angeschnitten wird, und die Zwickung. Diese besteht in der einseitigen Abschärfung, wie in der letztgenannten Abbildung angegeben, zu dem Zweck, daß die Spitze sich beim eintreiben in den Huf sicher nach außen zieht und auf keinen



556. Maschine zum walzen der Nägel. (Zu S. 221.)

557. Nägel in einem römischen Hufeisen.

558. Moderne Hufnägelproben.

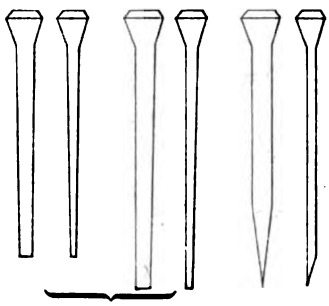
Fall, was bei der häufig gebotenen Eile des Hufbeschlagens leicht passieren könnte, sich nach innen drängt und das lebende Fleisch des Hufes trifft.

Der Schwerpunkt der Hufnägelfabrikation ist nach Eberswalde in der Mark Brandenburg verlegt worden, wo die weit und breit bekannte Fabrik von Moeller & Schreiber den größten Bedarf der Welt deckt.

Es ist ein eigener Vorgang, der sich hier abgespielt hat. Seit Jahrhunderten ein einträgliches Gewerbe, wurde es in den letzten Jahrzehnten vernachlässigt. Die jungen Kräfte suchten sich andere Arbeit, und nur die alten blieben übrig; der Stand der Nagelschmiede ging zurück. Es ist schwer zu sagen, ob hierdurch die Maschine erzwungen wurde,

Digitized by Google

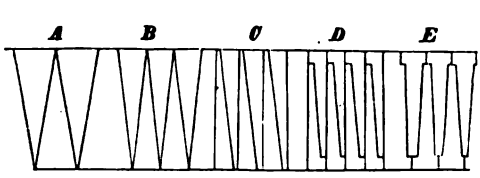
oder ob das auftreten derselben jenen Rückgang veranlaßte. Aber letztere gewann schneller Oberhand, als das absterben der Handschmiede vor sich ging; denn die Anfang der 80er Jahre stattgefundene hohe Entwickelung der Maschinenschmiede schuf, namentlich im Thüringischen, einen Notstand. Diesem abzuhelfen, reichten sich Regierung und Privatindustrie die Hand: Unter der eifrigen Beihilfe des Landrats Hagen gelang es, zwischen der mehrmals genannten Firma Moeller & Schreiber in Eberswalde und den thüringischen Nagelschmieden ein Abkommen zu treffen, wonach erstere ein Halbfabrikat — halbfertige Hufnägel — liefern, welche die Maschinen fertig zu stellen haben, die freilich recht gut diese Arbeit selbst liefern können und auch zum größten Teil liefern. Aber den Nagelschmieden war geholfen, und statt der Konkurrenz brachte ihnen die Fabrik Hilfe. Sie zahlte ihnen beispielsweise im Jahre 1897 ca. 6000 Mark Arbeitslohn und entlastete sie zugleich von der Beschaffung des Materials und vom Handel. Dies bezieht sich indessen nur auf wenige Nummern (Ochsenbeschlag und Eisnägel) und einige 40 Nagelschmiede. Die übrigen, etwa 200 zersprengt wohnende Leute, haben sich zu einer Genossenschaft vereinigt, welche Schloßnägel, Bandnägel, Kernnägel für Gießereien und Schwellenbezeichnungsnägel für die Staatsbahn u. s. w. anfertigen. Diese Fabrikation nimmt aber ebenfalls ab — wieder nicht nur wegen der Maschinenarbeit, sondern auch aus überall sich zeigenden Gründen: „Die Mädchen wollen keine Stallmagd mehr sein und die Jungen keine Nagelschmiede".



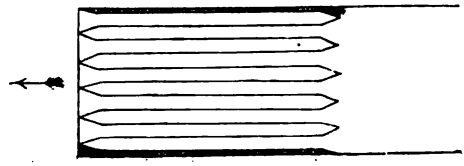
559 560

559 u. 560. Hufnägel. (Zu S. 223.) 559 vorgeschmiedet, 560 von der Maschine fertiggestellt.

Daß es auch auf dem reinen Nutzgebiete nationale Anschauungen gibt, zeigt sich in Nordamerika, wo man unseren Drahtstift so nur von ferne kennt (unter dem Namen pointes de Paris) und sich statt seiner des aus Blech kalt geschnittenen Nagels bedient. Die Blechnägel werden selbstverständlich auf Maschinen hergestellt; diese sind im Vergleich zu den Schmiedemaschinen von viel einfacherer Konstruktion, und das um so mehr, je einfacher das damit erzielte Fabrikat ist, so daß z. B. die kopflosen Absatzstifte (für Schuhmacher) glattweg nur von Eisenstreifen abgeschnitten werden, welche nach der Breite keilförmig ausgewalzt sind.



561. Verschiedene Nagelschnitte.



562. Amerikanische Schnittnägel.

Die Herstellung der Nägel kann auch auf kaltem Wege geschehen. — Die einfachste Art ist das schneiden aus Blech — Schnittnägel — was vor dem aufblühen der Drahtnagelfabrikation zu recht billigen, aber auch technisch ebenso minderwertigen Nägeln geführt hat. Die Nägel erhalten keine Köpfe und müssen die Haltefähigkeit durch ihre keilförmige Gestalt gewinnen.

Das Nagelschneiden wird je nach der Sorte auf verschiedene Weise ausgeführt, wie aus Abb. 561 zu ersehen ist. Dabei werden die Schnitte, der Materialersparnis wegen, so geführt, daß immer zwischen zwei zusammenstoßende breitere Enden, welche den Köpfen entsprechen, ein spitzes Ende (Spitze) zu liegen kommt. Die in Abb. 561 mit A bezeichneten Schnitte würden z. B. Heftzwecken für Schuhmacher, die mit B bezeichneten Spannägel für Tischler und Glaser sowie Absatzstifte für Schuhmacher, die mit C bezeichneten Sohlenstifte, die mit D bezeichneten Spikernägel (zum annageln von Dielenbrettern) u. s. w. ergeben. Zum abschneiden benutzt man eine Art Parallelschere oder Stanze, deren

Digitized by Google

Betrieb entweder durch eine mittels Schwungkugel getriebene Fallschraube oder durch Exzenter oder auch durch einen Kniehebelmechanismus erfolgt.

In der Regel sind die Maschinen dieser Art noch mit Einrichtungen versehen, welche das anstauchen der Köpfe in unmittelbarer Folge besorgen, also den Nagel nur erst in ganz fertigem Zustande fallen lassen. Alle diese aus Blech auf kaltem Wege hergestellten Nägel nennt man Schnittnägel. Eine besondere Art dieser Nagelgattung verdient noch der Erwähnung: die der Wickersham Nail Company in Boston, welche nahezu ohne Abfall Nägel mit Spitzen und Köpfen nur durch den Schnitt liefert. Abb. 562 zeigt das Prinzip der betreffenden Maschine ohne weiteres. Das bei dem Zuschnitt der Spitzen entfallende Material gibt die Seitenstücke der Nachbarköpfe ab. Die Maschine besitzt demzufolge eine Anzahl, etwa zehn, nebeneinander stehender Messer der durch das Nagelprofil angegebenen Art, welche gleichzeitig niedergehen und die den vorgelegten Blechstreifen der ganzen Breite nach zerteilen. Nach vollführtem Schnitt schiebt sich dieser Streifen um die Nagellänge vor, es erfolgt abermals ein Schnitt u. s. f.

Als Zwischengruppe zwischen den gewalzten und geschnittenen Nägeln kann man die gepreßten Nägel ansehen. Die Herstellung geschieht mehr in einer dem schmieden ähnlichen Art, also, wie auch bei den Walznägeln, unter Anwendung des Feuers. Eine Maschine für die Erzeugung von Nägeln auf diesem Wege ist die von Fuller. Die aus gewalzten Eisenschienen kalt geschnittenen, rein prismatischen Schäfte werden warm gemacht und gelangen in eine Vorrichtung, welche sie unter Freilassung des zur Spitze zu formenden Teiles einspannt. Drei stufenweise verstärkte Hammerschläge genügen, um dieses Ende in eine schlanke Spitze umzuformen. Der noch glühende Nagel wird dann von der zweiten Vorrichtung aufgenommen, welche ihn, diesmal unter Freilassung des anderen Endes, einspannt, worauf ein sich gegen dasselbe bewegender Stempel die zur Bildung des Kopfes notwendige Anstauchung bewirkt. Offenbar ist die Güte der so erzeugten (Preß-) Nägel der der Schnittnägel wesentlich überlegen.

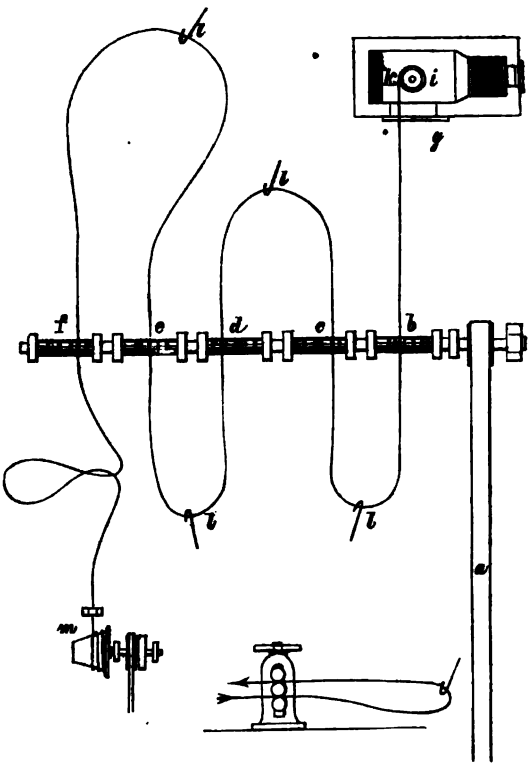
Die Leistungsfähigkeit dieser Nagelmaschinen ist so gesteigert worden, daß z. B. in der Stunde bis zu 160 Halbzollnägel von einer einzigen Maschine und von größeren Sorten bis 40 Zentner pro Tag geliefert werden können.

Die bei weitem größere Masse der Maschinennägel für den europäischen Bedarf wird jedoch aus Draht hergestellt, und dies führt uns zu den hiernach benannten Drahtstiften und der Drahtstiftfabrikation.

Die Grundlage ist das walzen des Drahtes, welches man soweit wie möglich fortzuführen strebt. Dem feinen auswalzen stellt sich die schnelle Abkühlung des Eisens entgegen, und man ist daher schon bei Anordnung des Drahtwalzwerkes bestrebt gewesen, das endgültige auswalzen möglichst schnell zu vollführen. Der Walzdraht passiert daher wie auch die dünnen Sorten Bandeisen regelmäßig mehrere Walzenpaare zu gleicher Zeit, durch welche er sich schlangenartig durchwindet. Der Arbeiter ergreift das das erste Walzenpaar verlassende Stück an dem vorschießenden Ende und steckt es, während das nachfolgende noch längst nicht heraus ist, zwischen die nächsten Walzen u. s. w., welcher Vorgang durch das bedeutende strecken ermöglicht wird, dem das Walzstück unterliegt. Und so kommt es denn, daß manchmal fünf Walzenpaare gleichzeitig dasselbe Stück bearbeiten, und daß trotzdem der Draht noch glühend und weich genug ist, sich glatt auf die Trommeln aufwinden zu lassen. Aber dies allein genügt, namentlich beim Stahldraht, nicht, um die gewünschte Verdünnung hervorzubringen, also das nun folgende ziehen möglichst zu beschränken. Man legt daher neuerdings den vorgewalzten Draht auf der Spule in einen Ofen, von dem aus er unmittelbar in das Drahtwalzwerk gelangt, so daß also eine nur außerordentlich kurze Zeit vergeht, bevor ein beliebiger Teil des Drahtes aus dem Ofen in die Walze gelangt. Abb. 563 zeigt die diesbezügliche Anordnung in einer einfachen Skizze. a ist der von der Maschine kommende Riemen, welcher oft eine außerordentliche Breite besitzt. Das Walzwerk besteht aus den fünf Walzengängen b, c, d, e, f, zwischen welche der bereits vorgewalzte Draht aus dem Ofen g gelangt. h ist die Feuerung desselben, i die Spule, k der Abzug für die glühenden Gase. Der in Schleifen sich mit großer Geschwindigkeit durchwindende Draht wird durch die

Digitized by Google

Gehilfen mittels der Haken l l geführt, eine gefährliche Arbeit, bei der nicht selten dadurch ein Unglück angerichtet wird, daß die Schlinge den Fuß oder auch wohl sogar den Hals des Gehilfen erfaßt. Nachdem der Draht das letzte Walzenpaar verlassen hat, wird er auf die Spule m gelegt und dort aufgewickelt. Auf diese Weise kann der Draht bis auf ca. $3^1/_2$ mm gebracht werden, während sonst 5 mm die annähernde Grenze bildet.

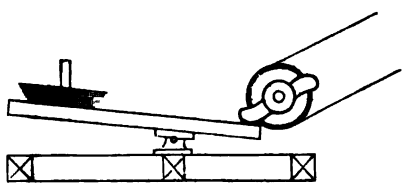


568. Anordnung eines Drahtwalzwerkes. (Zu S. 225.)

Der Walzdraht muß nunmehr von seiner Oxydschicht (Glühspan) befreit werden. Es geschieht dies durch abbeizen mit Hilfe sehr verdünnter Schwefelsäure und nachträgliches schlagen oder poltern. Die Schwefelsäure löst an sich den Glühspan zwar nicht, aber sie lockert ihn durch Unterfressung ab, so daß die auf der Polterbank (Abb. 564) hervorgebrachten Erschütterungen genügen, um denselben abzuwerfen. Der Draht kommt dann zur Entfernung der Säure in Kalkwasser und endlich auf ein Kohlenfeuer oder in einen geeigneten Raum zum trocknen. Nunmehr erst ist er zum ziehen reif, da der Glühspan sonst die Zieheisen in kurzer Zeit erweitern und verderben würde.

Die Zieheisen sind in der Regel, zum mindesten bei größeren Dimensionen, aus Stahl und Eisen, sonst auch nur aus Stahl hergestellte und entsprechend durchlochte Platten. Die Fabrikation der ersteren ist zu interessant, um hier übergangen werden zu dürfen.

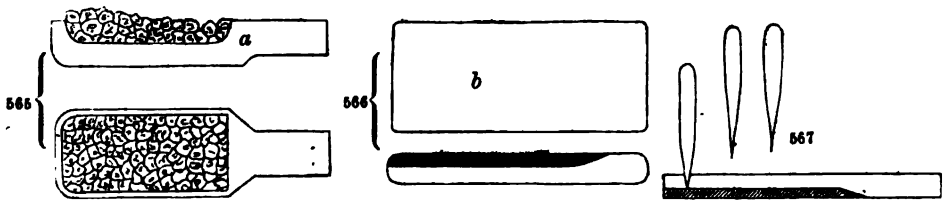
Der Schmied formt zuerst aus einem entsprechenden Eisen eine Art Pfanne a (Abb. 565), welche er mit einer gewissen Gattung Rohstahl (halbgarer Stahl) füllt, nachdem er denselben glühend abgelöscht und in nußgroße Stücke zerschlagen hat. Nunmehr bringt er das Ganze in einem ofenartig gehaltenen Schmiedefeuer zur Weißglut: der Stahl schmilzt, wird bei richtiger Windführung gar, dabei teigig und läßt sich nunmehr durch zuerst sehr vorsichtig geführte Hammerschläge aufschweißen und mit dem Eisen zusammen zu einer Platte b (Abb. 566) ausrecken. Diese ist also auf der einen Seite (in b oben) und auch nur nach dem linken Ende zu sehr stark verstählt. Nach sauberem abschlichten und vorsichtigem ausglühen behufs Erweichung des durch das schmieden hart gewordenen Materials beginnt nunmehr das lochen der Platte (Abb. 567); dasselbe geschieht kalt, durch eintreiben von Spitzdornen. Diese, aus allerbestem Stahl gefertigt, werden nacheinander in drei Stufen verwendet. Der zuerst benutzte Dorn ist naturgemäß kräftiger als der andere, der letzte ist der schlankste. Alle drei Dorne sind sehr spitz geschliffen. Der Arbeiter setzt den etwas eingeölten Dorn auf die Eisenseite der Platte und treibt ihn unter gleichmäßigem Schlage ein, ihm nach jedem Schlage eine kleine Drehung erteilend. Der Hammer hat dieselbe Form, wie ihn der Feilenhauer braucht. Ist der erste Dorn etwa zur Hälfte eingetrieben, dann folgt der zweite, zuletzt der dritte. Das lochen wird



564. Polterbank.

Digitized by Google

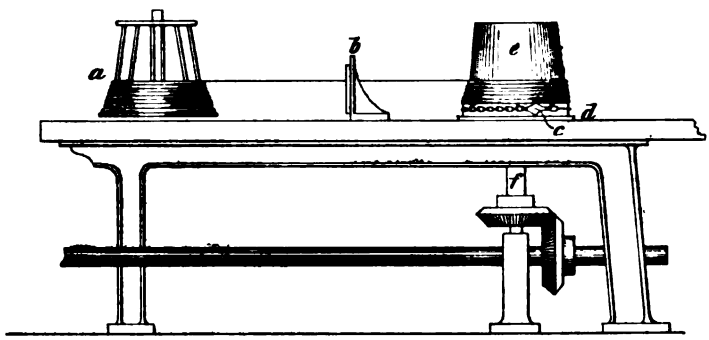
nur so weit fortgesetzt, bis die Spitze eben zu fühlen ist. Bei den Zieheisen für feine Drähte kann man dieselbe sogar nicht einmal fühlen, sondern erkennt ihre Ankunft an dem Durchtritt des Öles. — Die Zieheisen werden in Westfalen in drei Größen verfertigt: Grobzieheisen, Feinzieheisen und Kratzeneisen. Die definitive Erweiterung des Loches auf das genaueste Maß geschieht in der Zieherei selbst durch eintreiben eines ähnlichen Spitzdornes von der Stahlseite. In entsprechender Weise erhalten kantige Ziehlöcher ihre Form durch nachtreiben. Manchmal bricht bei dieser Manipulation ein Dorn ab. Der Schmied läßt dann die Spitze ruhig sitzen und bezeichnet das betreffende Loch einfach durch einen Kreuzhieb als unbrauchbar.



565 bis 567. Fabrikation von Zieheisen.

Draht und Zieheisen gelangen nunmehr auf die Ziehbank (Abb. 568), ersterer auf die Spule a, letzterer in den Zieheisenhalter b. Der Draht wird zugespitzt, durch das erste (größte) Loch gesteckt, von der Ziehzange c ergriffen und durchgezogen. Die Zange befindet sich an einer Kette d, welche am Grunde der Trommel e befestigt ist und sich unter Drehung der Welle aufwindet. Soll das ziehen unterbrochen werden, so wird die Trommel e mit Hilfe eines Hebels etwas angehoben, wodurch sich eine Klaue der Welle f auslöst und die Trommel freigibt.

Der Draht erleidet nun beim ziehen eine Veränderung, indem er eine harte Oberfläche erhält und eine Spannung im Inneren annimmt. Es kann daher das ziehen nur



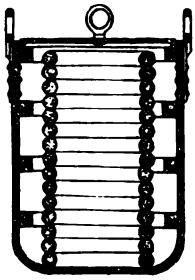
568. Ziehbank.

etwa zwei- bis dreimal hintereinander erfolgen und muß, wenn das reißen des Drahtes vermieden werden soll, ein glühen stattfinden. Dies geschieht in Töpfen aus Gußeisen, Eisenblech oder neuerdings Gußstahl von etwa $1^1/_2$ m Höhe und $0{,}6$ m Durchmesser. Der Draht wird in Bunden übereinander geschichtet (Abb. 569) und mit dem sorgfältig abgedeckten und abgedichteten Topf in einem Ofen einer lange andauernden Rotglut ausgesetzt. Dabei ist besonders auf die Flammenführung zu achten, welche reduzierend (Überschuß an Kohlenstoff) gehalten werden muß, damit der Draht möglichst wenig oxydiert. Trotzdem ist die Glühspanschicht nicht ganz zu vermeiden, und es sind daher die Operationen abermals erforderlich, welche wir oben aufgezählt haben: beizen, poltern, kälken, trocknen. Von diesen ist nun namentlich das beizen mit oft großen Unannehmlichkeiten verknüpft. Denn das Beizwasser kann nicht anders als in die Flußläufe gelassen werden, und damit wird das Wasser der letzteren zum mindesten den Fischen

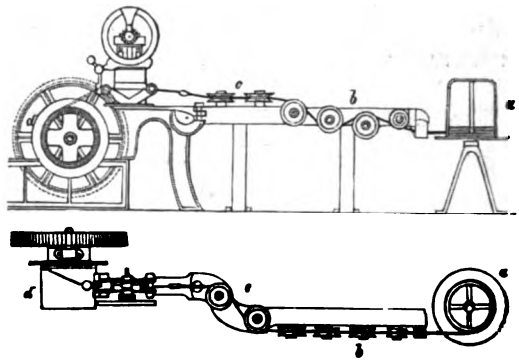
Digitized by Google

tödlich, häufig auch für alle weiteren Zwecke unbrauchbar, so daß für die Anwohnenden oft die größten Mißstände entstehen.

Man hat, namentlich aus letzterem Grunde, vielfach versucht, den Glühspan auch schon vor dem ziehen auf mechanischem Wege zu entfernen, und es ist bereits eine Reihe von Versuchen in dieser Richtung angestellt worden. Die erste Maschine, welche einen praktischen Erfolg erzielt hat, ist nach dem Vorgange von Graumann die von Betz

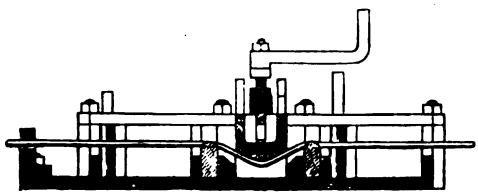


569. Glühtopf. (Zu S. 227.)

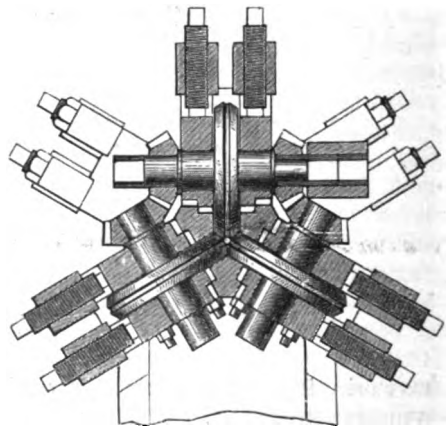


570 u. 571. Drahtreinigungsmaschine von Betz.

(Abb. 570 u. 571). Ihre Wirkung beruht darauf, daß der mit Glühspan überzogene Draht durch ein System Walzen geleitet wird, welches demselben leichte, aber wiederholte Biegungen in verschiedenen Ebenen erteilt, die zwar den weichen Draht an sich nicht schädigen, aber den spröden Glühspan zum abspringen bringen. Der auf die Trommel a gelegte Draht durchläuft erst das Walzensystem b, welches die Biegungen in der senkrechten Ebene vornimmt, und dann das System c, dessen Walzen den Draht winkelrecht hierzu durchbiegen; der Antrieb oder die Aufwickelung erfolgt von der Trommel d aus. Die Maschine fand zuerst eine bereitwillige Aufnahme, war aber nicht imstande, die Anforderungen sämtlich zu erfüllen. Aus diesem Grunde versuchte man unter Beibehaltung der Biegungen statt der Walzen feste Bänke anzuwenden, welche gleichzeitig schabend wirkten. Eine solche Maschine zeigt Abb. 572. Aber auch diese genügte nicht, sowenig wie



572. Drahtreinigungsmaschine von K. v. d. Becke.



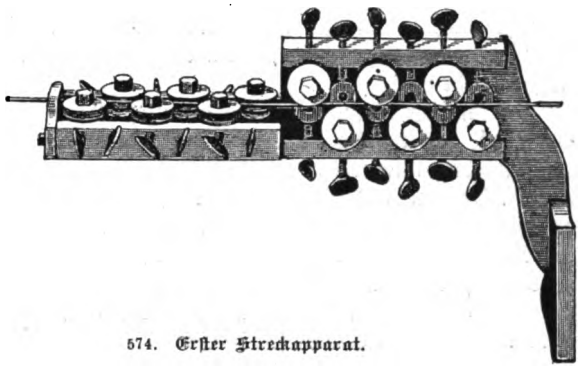
573. Drahtwalzwerk von W. Bansen.

eine Konstruktion von Boecker, bei welcher man auf die Walzen wieder zurückgegangen war und dem ganzen System eine schwingende Bewegung erteilt hatte. Der Amerikaner Adt dehnte das Betzsche System weiter aus und führte dann statt der Schwingung die Rotation des ganzen Apparates ein, wodurch recht gute Resultate erzielt wurden. Auch hat man versucht, durch kleine Walzwerke, welche eine Querschnittsverminderung des Drahtes in kaltem Zustande erzielen sollen, den Glühspan abzusprengen. Abb. 573 zeigt eine solche Vorrichtung, wie sie von Bansen konstruiert worden ist. Indessen genügt auch diese Methode zum Teil nicht, zum Teil wirkt sie auch durch ein-

Digitized by Google

walzen des gelösten Glühspans schädlich. Nach einem Vorschlage von Wedding soll der Draht einer die Elastizitätsgrenze nahezu erreichenden Dehnung ausgesetzt werden, in welchem Zustande er bei sehr geringen Biegungen den Glühspan abwirft. Dies geschieht (Abb. 574) durch Vermehrung und Verkleinerung der Rollen, sowie durch Vermehrung der Blöcke.

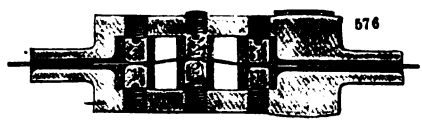
Abb. 575 stellt einen rotierenden Strecker in der Ansicht und Abb. 576 das Innere desselben dar. Hier sind die Rollen, wie in der Abb. 572, durch Stahlblöcke ersetzt, über welchen der Draht hingezogen wird. Die Vorrichtung ist aber drehbar gelagert und mit einer Riemenscheibe versehen, welche sie in schnelle Umdrehung versetzt, während der Draht durchläuft.



574. Erster Streckapparat.

Der Vorteil dieser Einrichtungen ist sehr bedeutend. Auf einer westfälischen Drahthütte wurden nach dem alten Beizverfahren für 1000 kg fertigen Draht $18\frac{1}{2}$ kg Schwefelsäure zur Walzbeize und $6\frac{1}{2}$ kg zur Ziehdrahtbeize, zusammen also 25 kg verbraucht; das glühen fand bis zu $3\frac{1}{2}$ mm herab statt. Nach Anwendung eines mechanischen Verfahrens ging der Verbrauch im ganzen auf 2 kg Schwefelsäure für 1000 kg fertigen Draht zurück.

575



576

575 u. 576. Rotierender Streckapparat.

Endlich hat man auch die Aufmerksamkeit wieder dem Glühtopf zugewendet, in der Absicht, der Bildung des Glühspans durch Abhaltung des Sauerstoffs vorzubeugen. Hierzu können Körper dienen, die, in den Glühtopf geworfen, neutrale Gase entwickeln, welche denselben erfüllen. Außerdem hat man beobachtet, daß die Glühspanbildung vorzugsweise nach dem herausheben des Topfes vor sich geht, indem beim erkalten desselben Luft eindringt und die Oxydation bewerkstelligt. Haedicke hat deswegen das bepacken des etwas gelochten Deckels mit Kohlenklein vor dem herausheben in Vorschlag gebracht, in welchem Falle unter sonstiger Dichtigkeit des Topfes statt der Luft die Vergasungsprodukte der Steinkohlen eintreten würden.

In neuester Zeit hat Wedding nachgewiesen, daß die übliche Glühtemperatur nicht notwendig sei, um die durch das ziehen des Drahtes hervorgebrachten Spannungen aufzuheben, daß vielmehr bereits circa 340 Grad, die Temperatur des geschmolzenen Bleies, hierzu genügen. Er leitet daraus den Vorschlag ab, das ziehen gleich hinter einem Bleibade vorzunehmen, welches für sich gegen die Oxydation durch eine Holzkohlendecke zu schützen sei.

Gehen wir nunmehr wieder zu unserem ursprünglichen Thema zurück.

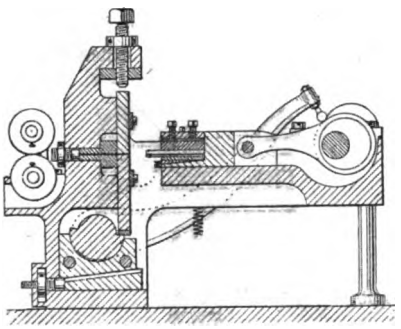
Die Herstellung der Drahtstifte. Das gewöhnliche Material ist hart gezogener (unausgeglühter) Eisendraht; messingene und kupferne Stifte kommen nur selten vor. Für die größten Nummern von 15—17 cm Länge haut man die einzelnen Schäfte gleich über einer Meißelkante in der erforderlichen Länge ab und versieht sie dann mit Spitze

Digitized by Google

und Kopf; bei besonderen Sorten erfolgt zuerst das anschleifen der Spitzen. Um hierbei die nötige Handhabe zu erhalten, nimmt man den Draht in Stücken von $0{,}6$—$0{,}8$ m Länge, schleift eine Anzahl derselben auf einem Schleifsteine oder Spitzringe zusammen unter beständigem drehen spitz, schneidet die zugespitzten Enden mit einer Stockschere ab und schleift an den neu entstandenen Enden gleich weiter, bis der Draht aufgearbeitet ist. Der Spitzring, der in der Ansicht einem rasch umlaufenden kleinen Schleifsteine ähnelt, besteht aus einer Eisenscheibe, die am Umfange mit einem stählernen, feilenartig rauhen Ringe versehen ist.

Die übliche Zuspitzung wird durch Pressung erhalten. Hierbei werden bei der Handarbeit die auf Doppellänge geschnittenen Schäfte einzeln in eine kleine Maschine zwischen vier stählerne Backen gesteckt, die durch Schrauben oder Hebelwerk gegeneinander bewegt werden und die Schaftmitte in zwei scharfe vierseitige Spitzen auspressen, wobei zugleich die Trennung in zwei Stifte erfolgt. Das anköpfen der zugespitzten Schäfte geschieht dadurch, daß man die Stifte einzeln in eine Art Schraubenstock einspannt und das etwas hervorstehende Ende mit einem Hammer breit schlägt. Man kann so ganz flache oder versenkte Köpfe und durch aufsetzen eines passenden Hohlstempels auch oberhalb abgerundete Köpfe herstellen.

Der enorme Verbrauch von Drahtstiften, die man jetzt bis zu 24 cm Länge und 8 mm Dicke herstellt, hat schon längst Veranlassung gegeben, an die Konstruktion von Maschinen zu deren Fabrikation zu denken; aber erst in neuerer Zeit ist es geglückt, solche Maschinen ihrem Zwecke entsprechend herzustellen. In der Zeit von 1822—54 sind in Frankreich wenigstens 40 Patente für Drahtstiftmaschinen erteilt worden, indem lange Zeit Paris ein Hauptsitz dieser Fabrikation war, woher Deutschland bis gegen das Jahr 1840 beträchtliche Mengen dieses Artikels bezog. Seitdem ist die Fabrikation bei uns allmählich bis zu großem Maßstab entwickelt worden.

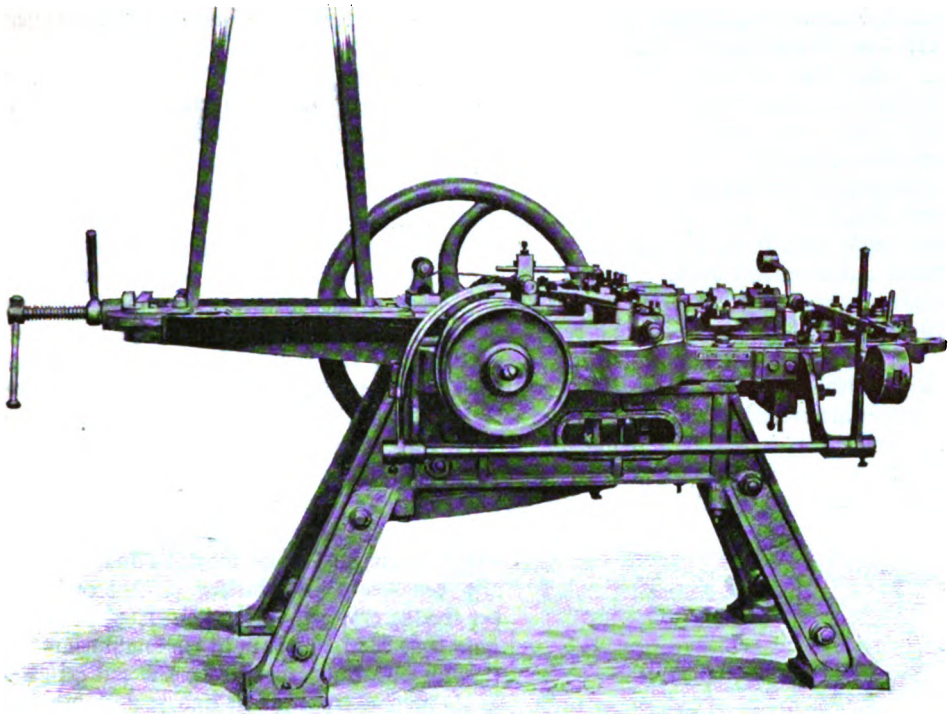


577. Rogers' Nagelmaschine.

Die Arbeit einer solchen Maschine zerfällt, abgesehen von der regelmäßigen Einführung des Drahtes und dem herauswerfen der fertigen Stifte, in drei Operationen: das abschneiden entsprechend langer Stifte, die Bildung der Spitze und das anstauchen des Kopfes, welches letztere zuweilen durch den Schlag eines fallenden Hammers, meist aber durch den Druck oder Stoß eines horizontal bewegten, von einer kräftigen Feder getriebenen Stempels bewirkt wird. Das abschneiden und die Erzeugung der Spitze ist bei den neueren Maschinen zu einer einzigen, durch dieselben Maschinenteile verrichteten Operation verbunden, und zwar ist die Zuspitzung vierseitig pyramidal.

Eine andere Kategorie hierher gehöriger Maschinen stellt Bolzen durch abschneiden gleichlanger Stücke von einem zugeführten Drahtfaden und anpressen des Kopfes her. Gewöhnlich dienen hierzu Kniehebelmechanismen. Die letzteren bewegen sich jedoch zu langsam, und deshalb ist man in neuerer Zeit zur Ersetzung dieser durch die in gleicher Weise, jedoch viel schneller arbeitenden Exzenterhebel geschritten. Mit diesen Neuerungen ausgerüstet, veranschaulicht die Abb. 577 eine von Charles Dake Rogers in Providence erbaute Maschine. Es befindet sich hier in dem Bette der Maschine ein vom Exzenter in horizontaler Richtung zu bewegender Gleitkopf, welcher den Stempel zum anpressen der Bolzenköpfe trägt und behufs zentraler Einstellung justierbar eingesetzt ist. Die dem Stempel gegenüberliegenden Klemmbacken lassen sich in Führungen auf und nieder bewegen, und zwar erfolgt dies unter Vermittelung eines oscillierenden Sattels, der sich an die untere Seite jener unteren Backe anlegt und durch Hebung dieser letzteren auch die obere in die Höhe schiebt. Hierbei wird nun zwischen beide Backen das in dem röhrenförmigen Teil von links her zugeführte Drahtstück eingeklemmt und scherenartig

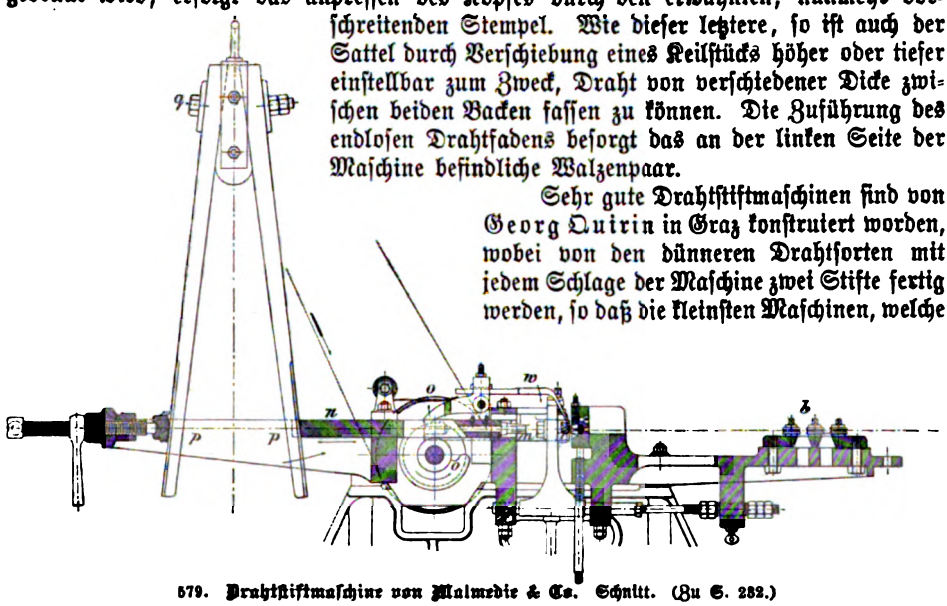
Digitized by Google



578. Drahtstiftmaschine von Malmedie & Co. Ansicht. (Zu S. 232.)

abgeschnitten. Sobald die obere Backe an die über ihr liegende justierbare Schraube angedrückt wird, erfolgt das anpressen des Kopfes durch den erwähnten, nunmehr vorschreitenden Stempel. Wie dieser letztere, so ist auch der Sattel durch Verschiebung eines Keilstücks höher oder tiefer einstellbar zum Zweck, Draht von verschiedener Dicke zwischen beiden Backen fassen zu können. Die Zuführung des endlosen Drahtfadens besorgt das an der linken Seite der Maschine befindliche Walzenpaar.

Sehr gute Drahtstiftmaschinen sind von Georg Quirin in Graz konstruiert worden, wobei von den dünneren Drahtsorten mit jedem Schlage der Maschine zwei Stifte fertig werden, so daß die kleinsten Maschinen, welche



579. Drahtstiftmaschine von Malmedie & Co. Schnitt. (Zu S. 232.)

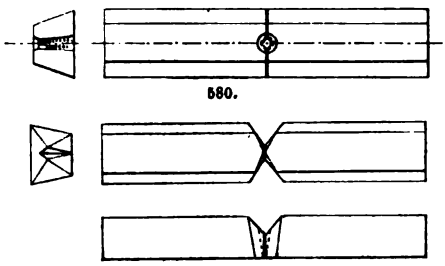
Stifte von 2 bis zu 30 mm Länge liefern, in der Minute durchschnittlich 500 Stück fertig bringen. Eine ebenfalls gutbekannte Maschine ist die von Werder (dem verstorbenen Erfinder des bayrischen Infanteriegewehrs) erbaute, mit welcher die Klettsche

Digitized by Google

Fabrik in Nürnberg arbeitet und mit kolossalen Massen trefflichen Fabrikats einen großen Teil des Gesamtbedarfs deckt.

Das Grundprinzip einer Drahtstiftmaschine, wie sie von Malmedie & Co. in Düsseldorf gebaut wird, ist in der Abb. 579 angegeben. Der auf einer Spule befindliche Draht wird von dem Vorschub a durch die Richtvorrichtung b gezogen, bis das Ende desselben etwas über die Klemmbacken c, c hinaussteht. Der Vorschub wird von der am Schwungrad befindlichen Kurbel d bethätigt und besitzt eine Klemmvorrichtung, welche dem Draht nur eine Richtung, bei der Bewegung der Klemme oder des Vorschubs von rechts nach links, gestattet, durch die entgegengesetzte Bewegung aber von links nach rechts mitgenommen wird. Im ersteren Fall schleift der Draht lose zwischen der festen Backe e und dem Kopf f der nur durch die Feder g angedrückten Schraube h, welche letztere sich beim vorschieben nach rechts hin gegen den Draht stemmt und ihn mitnimmt.

Der Draht soll nun einen Schlag erhalten, der den Kopf anformt, und muß aus diesem Grunde in der angegebenen Stellung außerordentlich fest gehalten werden. Dies besorgen die bereits erwähnten Backen c, c, welche durch die kräftigen Hebel k, k gewaltsam angepreßt werden und ihre Zähne in das Material eindrängen. Es sind dies die unter dem Kopf jedes Drahtstiftes sichtbaren Klemmspuren. Die Enden der auf der Schwungradwelle befindlichen Hebel k laufen mit Rollen gegen die Scheiben l, l, welche seitlich mit Ansätzen derart versehen sind, daß die Hebel rechtzeitig in die gezeichnete Stellung kommen, um also den Draht festzukneifen. Nunmehr kann der Schlag erfolgen, welcher den Kopf zu bilden hat. Das Werkzeug dazu ist ein Stahlstempel m (s. auch Abb. 580), welcher in das gut geführte Schlagstück n eingesetzt ist und je nach der Art der zu fertigenden Stifte ausgewechselt werden kann. Dieses Schlagstück, der Hammer, unterliegt zwei äußeren Einflüssen. Es ist zunächst mit einer Nase o (Abb. 579) versehen, gegen welche ein Daumen der Schwungradwelle drückt, um ihn nach links zu bewegen. Anderseits ist die Feder p bestrebt, sie nach rechts zu schleudern, was dann eintritt, wenn der Daumen ausstreicht. In diesem Augenblicke also schnellt der Schlitten zurück und staucht den Kopf an. Die Feder p hat eine eigenartige Form; sie besteht (Abb. 579) aus zwei eichenen oder eschenen Holzstücken, welche durch einen eisernen Kopf, q, vereinigt sind und, stark gespreizt, eine außerordentlich elastische Kraft entwickeln. Diese Anordnung oder Bildung einer Feder ist ungewöhnlich und hat ihren Grund in dem Umstande, daß die Auswechselung der Bestandteile bei einem etwaigen Bruch möglichst erleichtert werden muß. Die Maschinen arbeiten vielfach in Orten, in denen eine Reparatur maschineller Teile unmöglich ist. Die Federn aber sind diejenigen Teile, welche an der Drahtstiftmaschine am meisten leiden. Nun ist heutzutage bei dem vorzüglichen Material, welches uns zur Verfügung steht, die Herstellnng einer guten Feder kein Kunststück mehr, und man macht Federn, an welche, wie z. B. bei den Eisenbahnwagen, noch ganz andere Anforderungen gestellt werden. Aber zur Zeit, als die Stiftmaschinen aufkamen, war dies anders, und das betreffende Publikum hat sich einmal an diese eigenartige Form gewöhnt, so daß der Fabrikant trotz besserer Einsicht gezwungen ist, die heute fremdartige Form beizubehalten. Im übrigen thun die Holzfedern, welche man in ganz ähnlicher Art auch an schwedischen Hämmern (s. Abb. 300) findet, ihre Pflicht, und so haben sie sich erhalten. — Damit ist der Kopf des Stiftes fertig, und es erübrigt nur noch die Herstellung der Spitze und das abtrennen des fertigen Stiftes. Beides wird durch ein paar Backen r, r besorgt, welche, in der Abb. 581 besonders gezeichnet, ähnlich wie beim anspitzen des Schienennagels (Abb. 553a), spitzen und abtrennen zugleich mit einem kräftigen Druck bewirken. Das Organ hierzu ist der Hebel s in Verbindung mit der Scheibe t, welche, wie die



580.

580 u. 581.
Backen zur Herstellung der Drahtstifte.

Digitized by Google

Scheiben l, rechtzeitig gegen die am Ende des Hebels befindliche Rolle u wirkt und so die Backen zusammenpreßt oder die bewegliche Backe r gegen die ruhende andere r. Die genaue Einstellung derselben wird durch die Stellschrauben v, v bewirkt. Sie gehen bis auf ein ganz geringes Maß zusammen, lassen indessen doch so viel Material stehen, daß der nun vollständig fertige Nagel eben noch haften bleibt. Es genügt aber ein leiser Schlag, um ihn abzubrechen; und dieser wird durch den Finger w bewirkt, welcher (Abb. 579a) unmittelbar nach dem abkneifen von oben her auf den Stift schlägt und ihn zum abfallen bringt. Der Finger erhält seine Bewegung von derselben Daumenscheibe aus, welche den Kopfstempel zurückzieht. Nunmehr tritt der Vorschub in Thätigkeit und schiebt den Draht um die erforderliche Länge vor. Derselbe wird wieder von den Backen c gepackt, erhält den Kopfschlag, u. s. w.

Gegossene Nägel. Abgesehen von einigen Ziernägeln (s. d.), welche durch gießen hergestellt werden, stellt man auch grobe Nägel oder wenigstens die Köpfe derselben durch gießen her. Das Material ist Gußeisen, Kupfer und Bronze (Messing). Im ersteren Falle folgt selbstredend stets ein Temperprozeß darauf, da das Material sonst viel zu spröde sein würde. — Man hat vorzugsweise zwei Methoden des formens. Entweder ist die Form seitlich geteilt, so daß die Hälften symmetrisch zu einander sind, oder es enthält die eine Hälfte den ganzen Nagelschaft, die andere den Kopf. In beiden Fällen wird stets eine größere Anzahl Nägel gleichzeitig, von einem Einguß aus, gegossen, so daß sie zusammen ein gitterförmiges Gebilde darstellen, bevor sie auseinander gebrochen werden.

582. Ziernägel.

Ziernägel. Die Fabrikation der Ziernägel überhaupt ist besonders in Frankreich ein bedeutender Industriezweig (Manufacture de clous dorés). In dem Preiskurante einer derartigen Pariser Fabrik finden sich über 150 Nummern verschiedener, durchgängig elegantester Muster und Größen in acht Qualitäten vor, nämlich gewöhnlich gelb, leicht oder schwer im Feuer vergoldet oder versilbert und von poliertem Stahl. Unter dem Namen clous de tapissiers (Tapeziernägel) gibt es Muster im Preise von 4—20 Frank das Tausend, clous pour bourreliers (Sattlernägel) von 3—6 Frank, clous de fantaisie gravés (Phantasienägel, graviert) von 12—60 Frank, clous pour malles (Koffernägel) von 12—60 Frank. Die Fabrik liefert täglich über 200000 Stück solcher Nägel, die ein außerordentlich gesuchter Artikel sind.

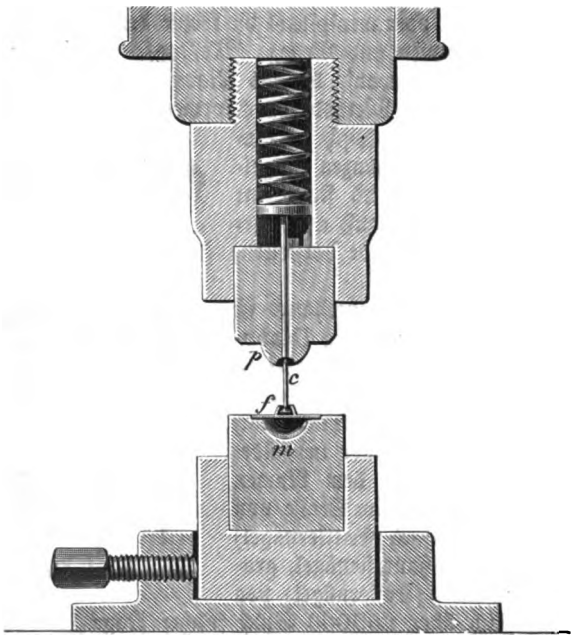
Bis vor dreißig Jahren wurden diese Nägel, die aus einem verhältnismäßig großen, halbkugeligen, hohlen Kopfe und einem kurzen spitzen Schafte bestehen, durch gießen in Formen hergestellt, doch waren die so fabrizierten Nägel mit mancherlei Unvollkommenheiten behaftet, indem sie nicht regelmäßig genug ausfielen, scharfe Ränder hatten, womit sie die durch sie zu befestigenden Stoffe zerschnitten und leicht zerbrechlich waren. Gegenwärtig werden sie durch stanzen und prägen mittels Maschinen erlangt.

Die zur Fabrikation nötigen Maschinen sind 1) eine Stoß- oder Stanzmaschine, womit ein Arbeiter täglich mindestens 1500 Stück Köpfe ausschneiden kann; 2) ein Fallhammer; 3) eine Polierbank, worauf bei schneller Rotation die Nagelköpfe mittels Polierstahl blank gemacht werden; 4) eine Prägepresse für verzierte, sogenannte graviert Köpfe.

In Abb. 583 ist die Herstellung solcher Nägel nach einer von Cormay erfundenen Methode illustriert. Die Köpfe werden hierbei aus Kupferblech von etwa 1 mm Dicke in Scheibenform ausgestanzt. Dann werden diese Scheiben auf einer Prägepresse am Rande bis auf etwa $^1/_4$ mm Dicke zusammengequetscht und in ihrer Mitte ein kleiner ausgehöhlter cylindrischer Vorsprung gebildet, in welchen der mit dem Kopfe zu verbindende Drahtstift mit seiner Kuppe eingesteckt wird, um alsdann der Scheibe durch eine zweite

Digitized by Google

Prägung die halbkugelige Gestalt zu geben und sie fest mit dem Stifte zu vereinigen. Zu diesem Zwecke legt man die bereits durch die erste Prägung vorbereitete Scheibe f auf eine Matrize m, welche mit einer halbkugeligen Vertiefung, entsprechend der Größe des zu bildenden Nagelkopfes, versehen ist. In dem vertieften Ansatz der Scheibe wird der Kopf eines Drahtstiftes c eingesenkt. Über der Matrize m befindet sich ein Stempel p mit einem konvexen, zu der Höhlung der Matrize passenden Vorsprunge. Sobald dieser Stempel mit dem gehörigen Drucke gegen die Scheibe f gepreßt wird, tritt der Schaft des Drahtstiftes, der sich gegen eine mit einer Spiralfeder verbundene dünne Stange stemmt, in einen Kanal des Stempels ein, während der konvexe Vorsprung des letzteren die Scheibe f in die Höhlung der Matrize preßt und ihr so die verlangte Kopfform gibt, gleichzeitig aber auch durch zusammenquetschen des in der Scheibenmitte befindlichen hohlen Ansatzes den Stift fest mit dem Kopfe vereinigt.



583. Maschine zur Herstellung von Tapeziernägeln.

584 bis 587.
Verschiedene Phasen in der Herstellung der Tapeziernägel.

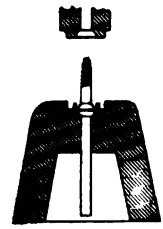
Neuerdings hat man Maschinen konstruiert, welche die bisher einzeln ausgeführten Operationen, wie das ausstoßen der kleinen Metallköpfe, das vorbereitende prägen derselben zu einer Art runden Näpfchen und die Anfertigung der kleinen eisernen Nägel mit glattem Schafte, Kopf und Spitze gleichzeitig und zwar automatisch, d. h. selbstthätig verrichten und so das Fabrikat, in allerdings noch rohem Zustande, fertig liefern. Eine derartige Maschine ist unter anderen vom französischen Mechaniker Dubreuil erfunden worden.

Dieser Maschine wird das Kupfer, woraus die Köpfe gebildet werden, in Form eines Streifens und der Eisendraht im Ringe übergeben. Während der Eisendraht in vertikaler Richtung ruckweise niedergeht, bewegt sich der Kupferstreifen horizontal ruckweise vorwärts und empfängt auf seinem Wege den Druck eines kleinen Stempels, welcher in der Mitte des Streifens eine etwa $^1/_2$ mm tiefe Höhlung mit einem etwas größeren Durchmesser als der Draht macht, so daß das Drahtende leicht in dieselbe hineintreten kann. Sind dann Kupferstreifen und Eisendraht an der richtigen Stelle angelangt, d. h. ist das Drahtende in die kleine Vertiefung des Kupferstreifens eingedrungen, so vollzieht diese geistreich konstruierte Maschine die interessanteste Funktion. Der Kupferstreifen ist bei seinem Eintritt in die Maschine zwischen die zwei Teile eines Durchstoßes eingeführt worden, der Draht aber beim herabgehen zwischen die Backen und die Spitzenpresse einer Stiftmaschine gelangt, Durchstoß und Stiftmaschine haben in diesem Falle die Eigentümlichkeit, daß der erstere in umgekehrter Richtung, d. h. von unten nach oben arbeitet und so das ausgestoßene Scheibchen emporhebt, die Stiftmaschine aber hat keine Kopfpresse. Der Stempel des Durchstoßes, welcher das heraus-

Digitized by Google

gestoßene Scheibchen trägt und beim aufsteigen unter das Drahtende bringt, bildet daran einen Vorsprung, um die Vereinigung des Nagelschaftes mit dem Kupferscheibchen zu bewirken. Hierbei vollzieht sich eine doppelte Operation, indem die Backen, welche den Draht festhalten, unterhalb einen kleinen vorspringenden Wulst haben, der in das Kupferscheibchen rings um den Nagelschaft eindringt und in demselben Augenblicke, in welchem sich der Nagelkopf anstaucht, eine vorläufige Fassung hervorbringt, welche den Nagelkopf vollkommen genügend festhält, um ihn gegen die Stöße widerstandsfähig zu machen, welche derselbe im weiteren Verlaufe der Fabrikation, namentlich beim passieren der Scheuertonne, erhält. Die endgültige Form und vollständige Solidität, welche den Hauptvorzug dieses ausgezeichneten Produktes bildet, wird mittels einer zweiten, einfacheren Maschine hergestellt, welche als Hauptorgan ein horizontales, durch Druck wirkendes Prägewerk enthält. Die Matrize, welche die erhaben gewölbte Fläche des Nagelkopfes bildet, erhält durch einen Daumen eine hin- und hergehende Bewegung, während der Stempel, welcher die Höhlung des Kopfes formt, fest mit dem Maschinengestell verbunden ist. Von diesen Maschinen waren im Jahre 1869 in den Pariser Ziernagelfabriken bereits vier Stück in Thätigkeit, welche zusammen täglich 170000 Nägel, entsprechend einem Totalgewicht von 50000 kg pro Jahr, zu liefern vermochten.

Die Nägel mit Porzellanköpfen, in welchem Fache Deutschland obenan steht, fertigt man in folgender Weise: Die Porzellanköpfe werden aus der betreffenden Masse durch pressen geformt, gebrannt und glasiert und erhalten dabei behufs Aufnahme des Stiftes eine Vertiefung, welche mit einem schmelzbaren Material ausgefüllt wird. Hierauf wird der Stift eingesetzt und durch erhitzen und nachheriges erstarren jener Masse befestigt. Letztere ist entweder ein asphalt- (pech-) ähnliches Material oder auch eine leichtflüssige Legierung.



588. Rouleauhaken.

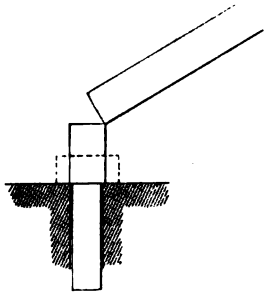
Eiserne Nägel mit messingenen Köpfen oder Haken mit eisernen Spitzen oder Schrauben werden durch angießen der Köpfe oder Haken gefertigt. Die Schäfte werden, durch schmieden u. s. w. hergestellt, in entsprechende Sandformen gelegt, worauf das Messing herumgegossen wird. Alsdann werden die Köpfe abgedreht, die Haken befeilt und poliert. Handelt es sich um die Anbringung plattierter Kopfstifte, so verwendet man, wie bekannt, einen Überzug von geignetem Blech, das z. B. aus Messing bestehen kann und als solches auch vielfach für derartige Überzüge beliebt ist. Bei der Herstellung kann man sich nach einem neuen Verfahren in folgender Weise verhalten: Über den Kopf eines gewöhnlichen Eisennagels wird eine passende, durch stanzen in bekannter Weise hergestellte Messingkappe gestülpt, worauf, nachdem der Nagel in eine Matrize eingesetzt, die Befestigung der ersteren durch einen Stempel erfolgt, dessen zapfenartiger Teil für genannte Kappe der in der Matrize gelassenen Aussparung entspricht. Die untere Fläche des Zapfens ist konkav und von entsprechender Form, so daß, wenn der Stempel unter Druck gegen die Matrize bewegt wird, die Messingkappe die Form der Aushöhlung des Zapfens annimmt und die Kante der Kappe sich unter den Kopf des Nagels legt.

Wie zur Verzierung der Nagelköpfe, so können derartige Bekleidungen auch zur Verbindung zweier Teile und natürlich dabei gleichzeitig zur Verschönerung dienen. So zeigt z. B. die Abb. 588 die Anfertigung von Schraubenhaken, wie sie als Rouleauhaken ausgedehnte Verwendung finden. Der Bolzen, welcher später durch umbiegen zum Haken gebildet wird, wird mit seinem Kopf auf den Schraubennagel gesetzt, und mittels des niedergehenden Stempels geschieht das zusammenlegen der Kappe, indem, wie dies im vorhergehenden beschrieben wurde, die letztere nach der Form der Stempelaushöhlung gebogen wird.

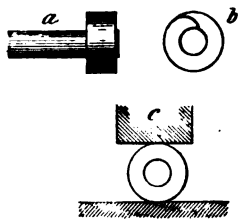
Digitized by Google

Bolzen, Niete und Schrauben.

Nägel und Nadeln haben die Eigenschaft miteinander gemeinsam, daß sie sich ihren Weg selbst durch das Material zu bahnen haben — nur in seltenen Fällen bohrt man vor — während Bolzen und Niet ihr Lager fertig vorbereitet finden.



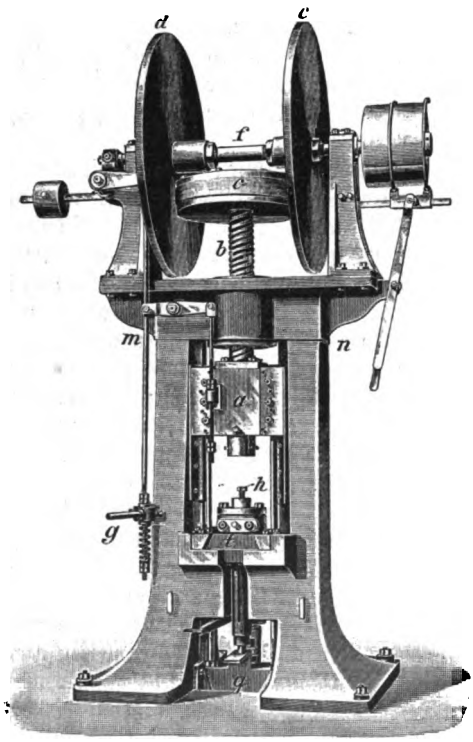
589. Schmieden des Bolzenkopfes.



590. Schweißen des Bolzenkopfes.

Niet und Bolzen unterscheiden sich für sich lediglich durch die Art des Schlusses voneinander: der des Nietes ist unlösbar, während Bolzen — und Schraubenbolzen — so eingerichtet sind, daß sie jederzeit ohne beabsichtigte Gewalt gelöst werden können.

Die Herstellung des Schraubenbolzens und der groben Niete von Hand auf warmem Wege kann in zweierlei Weise erfolgen, je nachdem man den Kopf anstaucht oder anschweißt. Im ersteren Fall setzt man das Eisen im Rundgesenk so ab, daß es die richtige Schaftstärke erhält, und schrotet dann bis auf einen geringen Zusammenhang ab, biegt um (Abb. 589), bricht ab und staucht den Kopf an. Ein flinker Schmied bekommt dann noch in derselben Wärme den Kopf fertig. Bei größeren Schrauben wird der Kopf durch anschweißen eines Ringes (Abb. 590 a—c) hergestellt, der dann (Abb. 590c) auf dem Amboß aus freier Hand sechskant geschmiedet wird, ganz so, wie es bei der Herstellung der Mutter (Abb. 599) beschrieben ist. — Kleine Schrauben werden kalt von der Stange abgestochen, wozu in der Regel besondere Bänke mit Revolvereinrichtung verwendet werden, wie im Kapitel „Reißzeug" eingehend beschrieben ist.



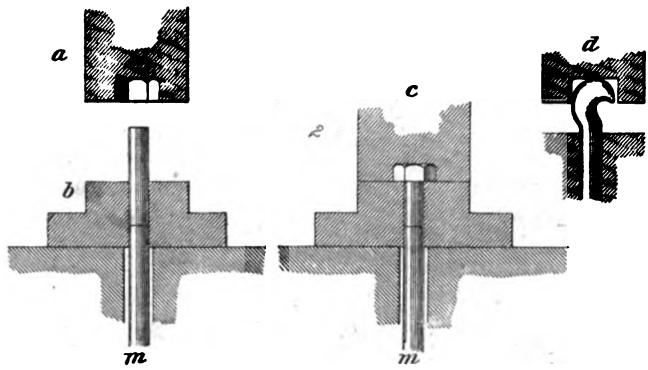
591. Friktionsschraubenpresse. (Zu S. 287 f.)

Die Herstellung des Nietes auf kaltem Wege ist sehr ähnlich mit der des Drahtstiftes. Ein wesentlicher Unterschied indessen liegt in dem Material. Während der Drahtstift hart sein, also die ihm durch das ziehen erteilte Härte und Steifigkeit behalten muß, wird zum Niet möglichst weiches Eisen genommen, welches durch ausglühen nach der Herstellung noch besonders weich gemacht wird, wenigstens soweit das Niet kalt verarbeitet werden soll. Dies findet bei allen kleinen Nieten statt. Schwere Niete, wie sie für den Reservoir-, Brücken- und Kesselbau verwendet werden, werden, wie a. a. O. ausführlich geschildert worden, bekanntlich in glühendem Zustand — der Praktiker sagt: warm — geschlossen. Sonst finden wir bei dem Niet denselben Vorgang, wie bei dem Stift: Vorschub, festklemmen, anpressen des Kopfes, Vorschub und abschneiden. Einen feinen Unterschied bemerken wir noch bei dem letztgenannten Vorgang: Beim Drahtstift ist mit dem abkneifen die

Digitized by Google

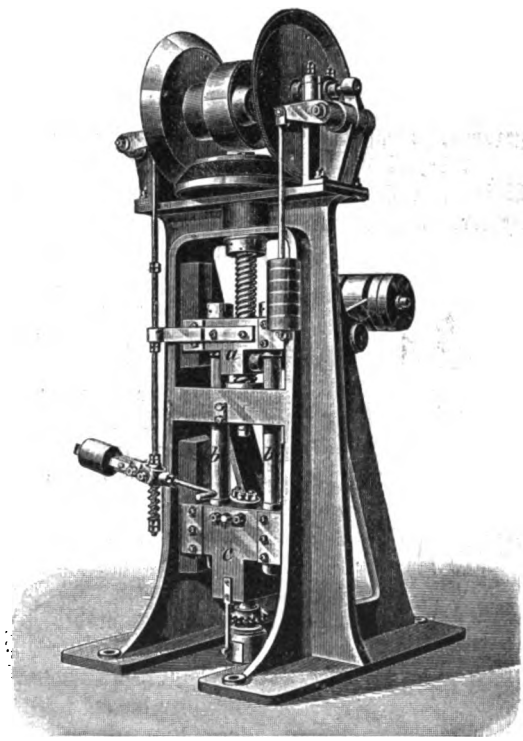
Spitzenbildung vereinigt, welche letztere beim Niet entfällt; das abkneifen wird daher durch abschneiden ersetzt.

Große Niete und Bolzen werden, wie warm geschlossen, so auch warm gebildet. Es entfällt daher die in der Abb. 534 (Nägel) angegebene Vorarbeit; das glühende Material ist weich genug, um unmittelbar aus dem Cylinder in den Kopf, wie auch bei der Schraube, verwandelt werden zu können. Hier hat das Rohmaterial auch keine endlose Drahtform, sondern wird in abgeschnittenen Stücken aufgegeben, die zunächst in das Feuer wandern und der Maschine — nur bei gelegentlichem Bedarf dem Schmied — zugereicht werden. Solche Maschinen führen den Namen „Bolzenpressen".



592. Stempeln des Kopfes.

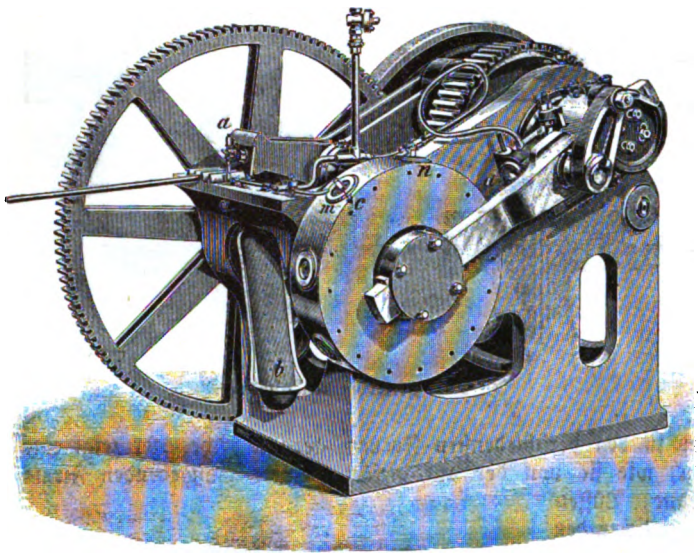
Diese Pressen werden in den verschiedensten Formen gebaut. Abb. 591 zeigt eine der neuesten Anordnungen, wie sie von der auf diesem Gebiete maßgebenden Firma C. W. Hasenclever Söhne, Düsseldorf, ausgeführt wird. — Zwischen den Führungen eines kräftigen gußeisernen, vertikalen Gestelles bewegt sich ein Klotz, der Bär a, auf und ab. Diese Bewegung wird ihm erteilt durch die Schraubenspindel b, welche durch die Friktionsscheiben c, d und e bethätigt wird. Die letzten beiden befinden sich auf der gemeinsamen Welle f, welche, wie aus der Abbildung ersichtlich ist, durch einen Riemen angetrieben wird, und zwar derart verschiebbar, daß je nach Bedarf die eine oder die andere mittels des Steuerhebels g mit der mittleren Scheibe c in Berührung gebracht werden kann. Da die Scheiben e und d gleiche Bewegungsrichtung haben, aber die Scheibe c von verschiedenen Seiten angreifen, so wird letztere durch diese eine je entgegengesetzte Bewegungsrichtung erhalten und so dem Bären die erwähnte Bewegung erteilen. Derselbe ist nun mit einer auswechselbaren Matrize (Abb. 592a) versehen, welche die Aufgabe hat, den Kopf zu formen. Ihm gegenüber befindet sich der Bolzenhalter (Abb. 592b), in welchen der glühende Stift gesteckt wird. Den Widerhalt nach unten bildet ein Bolzen m, der zunächst, je nach der Länge der zu fertigenden Schraube, eingestellt wird und sich auf ein Querstück q stützt, das — mit dem Bären a durch Schrauben fest verbunden — nach erfolgtem Schlag mit diesem aufwärts geht, den



593. Friktionspresse (System Vincent). (Zu S. 288 f.)

Digitized by Google

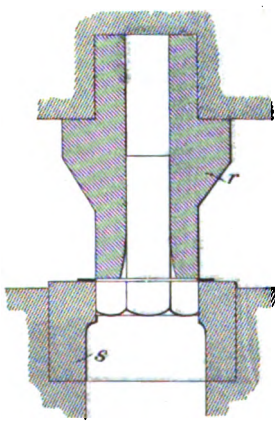
Schraubenbolzen nach seiner Fertigstellung emporhebt und in die in der Abb. 591 erkennbare Lage bringt. Der Schmied ergreift ihn dann mit der Zange und wechselt den geschmiedeten Bolzen h gegen einen neuen Stift aus. — Zur Herstellung eines gewöhnlichen sechskantigen Kopfes genügt die frei vorstehende Länge von annähernd drei Durchmessern. Viel länger darf der Stift nicht vorstehen, weil sonst nicht ein stauchen in sich, sondern eine Krümmung erfolgt, wie in der Abb. 592 d angegeben.



594. Revolvernietenpresse.

Bei langen Bolzen ist das einbringen der Stifte und das herausheben der geschmiedeten Bolzen nach oben nicht ohne weiteres möglich. Für solche Fälle wird der Tisch t, wie in der Abb. 591 angegeben, mit einer Führung versehen, also verschiebbar angeordnet und mittels eines Trittbebels nach vorn gezogen, so daß der Stift eingesteckt oder der fertige Bolzen herausgehoben werden kann.

Die bei dieser Presse angewendeten ebenen Friktionsscheiben für den Antrieb der Spindel bewirken eine Änderung der Geschwindigkeit der letzteren; die zuerst von einem kleineren Kreise der Scheibe d oder e getriebene Scheibe c gelangt auf ihrem Wege nach unten an größere Kreise und läuft dementsprechend schneller um. Die Geschwindigkeit des Bären ist also am größten im Momente des auftreffens; er wirkt also nicht nur durch Preßdruck, sondern auch durch seine Wucht, letztere vermittelt durch die Scheibe c, und durch die damit der Spindel und ihm selbst erteilte große Geschwindigkeit. Diese Eigenschaft hat die in der Abb. 593 dargestellte Presse, System Vincent, nicht. Der Antrieb erfolgt hier durch konische Räder, welche dem Bären eine gleichmäßige Bewegung und damit mehr eine nur pressende Wirkung erteilen. Diese Presse hat, unabhängig von diesem vielfach zu findenden konischen Antriebe, noch die besondere Eigenheit, daß die Arbeitsbewegung von unten nach oben stattfindet. Die Mutter der Spindel befindet sich in der Abb. 591 in dem Kopf des Rahmens und erteilt dieser unmittelbar die besprochene Auf- und Abbewegung, während sie sich in der Abb. 593 in dem verschiebbaren Kopf a befindet, welcher durch schwere Bolzen b, b mit dem Bären c in Verbindung gebracht ist. Dieser nun nimmt, wie früher der Amboß, den glühenden Stift auf, führt ihn nach oben und preßt ihn gegen die ruhende Matrize. Beim niedergehen stößt sich dann der fertige Bolzen in die Höhe, so daß er herausgenommen werden kann. —



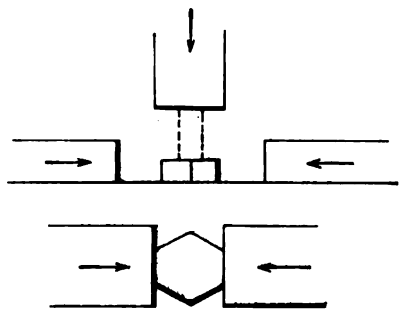
595. Bügeleisen.

Das Gestell der Presse (Abb. 591) besteht, entgegen der sonst üblichen Bauart, aus zwei durch kräftige Bolzen zusammengehaltenen Teilen, deren Trennungslinie in der

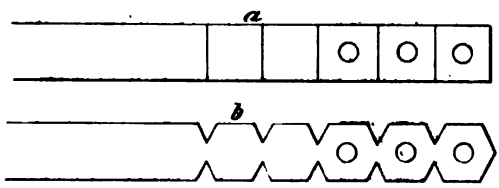
Digitized by Google

genannten Abbildung durch m, n angegeben ist. Der Bau wird dadurch zwar kostspieliger, aber auch solider. Ein etwaiger Bruch, welcher bei dieser Maschinengattung leicht eintritt, wird auf die genannten Bolzen geleitet, welche dem Gestell außerdem noch eine sehr wohlthätige Elastizität erteilen. Letztere wird bei der Anordnung der Abb. 593 durch die Bolzen b hineingetragen, so daß hier eine Zusammensetzung des Gestelles im obigen Sinne nicht erforderlich ist.

Zur Herstellung der größeren Niete, Bolzen mit halbkugelförmigen Köpfen wird die rotierende oder Revolvernietenpresse verwendet, wie sie in der Abb. 594 dargestellt ist. Die in einem nebenstehenden Ofen an den Enden gut erwärmten Stangen werden von einer bei a sichtbaren Schere, welche für den gleichzeitigen Schnitt von mehreren Stangen eingerichtet ist, auf genaue Länge abgeschnitten und fallen in die Tasche b, von wo aus sie der Arbeiter in eine Höhlung c der sich langsam drehenden Scheibe des Revolvers steckt. Während nun dieser Stift weiter wandert, gelangt ein weiterer Stift in das folgende Loch, so daß immer mindestens zwei solcher Rohstücke zum pressen bereit sind. Dies, das kopfmachen, wird durch einen Döpper d bewirkt, welcher in der Abbildung noch zur Hälfte erkennbar ist und von einer Welle bethätigt wird, welche achtmal soviel Umdrehungen macht, als die Achse des Revolvers, der mit acht Löchern zur Aufnahme der Stifte versehen ist. Ist ein solcher an der richtigen Stelle, dem Döpper gegenüber, angelangt, so ist auch dieser schon dabei, die Pressung auszuüben und den Kopf zu formen, worauf das nun fertige Niet weiter wandert und bald darauf herausfällt. Da die Welle des Döppers 34 Umdrehungen in der Minute macht, so liefert die Maschine bei ununterbrochenem Betriebe 2240 Niete in der Stunde, so daß man unter Berücksichtigung der unvermeidlichen Unterbrechungen auf 10 bis 15000 Niete den Tag rechnen kann.

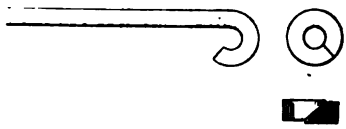


596. Mutterschmiedemaschine.



597. Schmieden der Mutter.

Die auf Friktions- und Revolverpressen hergestellten Köpfe haben gewöhnlich einen Grat, welcher entfernt werden muß. Hierzu dienen Pressen, welche in der in Abb. 595 dargestellten Weise arbeiten; die Bolzen werden in eine stählerne Matrize s gesteckt, während die von oben herabkommende Matrize r den Grat abtrennt.



598. Schneiden der Mutter.

599. Kanten der Mutter. (Zu S. 240.)

Die Kopfbildung findet auch in anderer Weise statt, indem nämlich dem Stempel nur das stauchen, die Formgebung aber an zwei bewegliche Backen übertragen wird, wie in der Abb. 596 angegeben. Der Bau dieser Maschinen erinnert, auch in ihrer Kompliziertheit, vielfach an die Stiftmaschinen. Es würde daher zu weit führen, denselben näher zu treten.

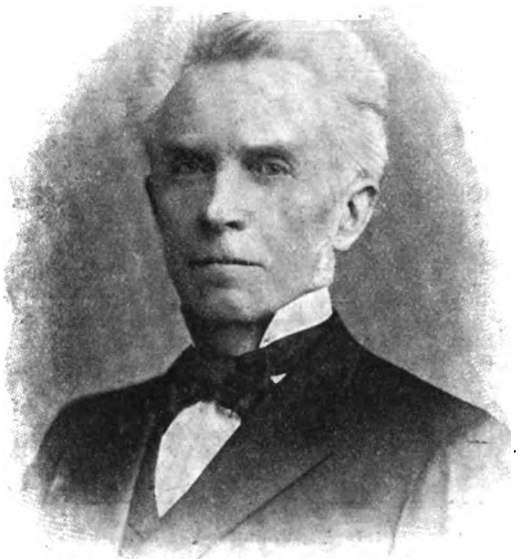
Die Muttern werden durchweg aus Flacheisen hergestellt, dessen Querschnitt in den meisten Fällen den Dimensionen der Mutter unmittelbar entspricht. Bei der Handarbeit hat das Eisen die Schlüsselweite als Breite. Der Schmied kerbt in derselben Entfernung kräftig ein, locht (Abb. 597a) und haut dann einzeln ab.

Digitized by Google

Um noch bequemer zur Sechskantfigur zu gelangen, kerbt man auch von der Seite her (Abb. 597b) ein und hat dann nur noch die Flächen glatt zu schmieden.

Die Mutter gelangt nun zum zweitenmal in das Feuer und erhält dann ihre endgültige Form: vierkant durch einfaches glätten der Flächen oder sechskant durch geschicktes wegdrücken der Ecken unter Beibehaltung zweier Seiten in Schlüsselweite. Am liebsten hämmert der Schmied jedoch die Mutter zunächst rund und schmiedet sie dann erst sechskant. Die Fase (obere Abrundung) wird mit Hilfe eines Döppers hergestellt.

Größere Muttern werden auch wohl geschweißt. Der Schmied reckt sich ein Vierkanteisen aus und biegt davon Ringe, welche er mit einer Ausschärfung zusammenlegt (Abb. 598), ähnlich, wie bereits beim kopfmachen (Abb. 590) gezeigt. Dann wird Hitz gemacht und geschweißt, wobei zuerst ein runder Ring entsteht, welcher (Abb. 599) lediglich nach Augenmaß zum Sechskant verarbeitet wird. Selten und nur bei besonderen Anforderungen benutzt der Schmied noch das Sechskantgesenk zum nachschlichten. Abfall ist hier nicht vorhanden; bei der gelochten Mutter beschränkt er sich lediglich auf den dadurch entfallenden Putzen.



600. Wilhelm Funcke.

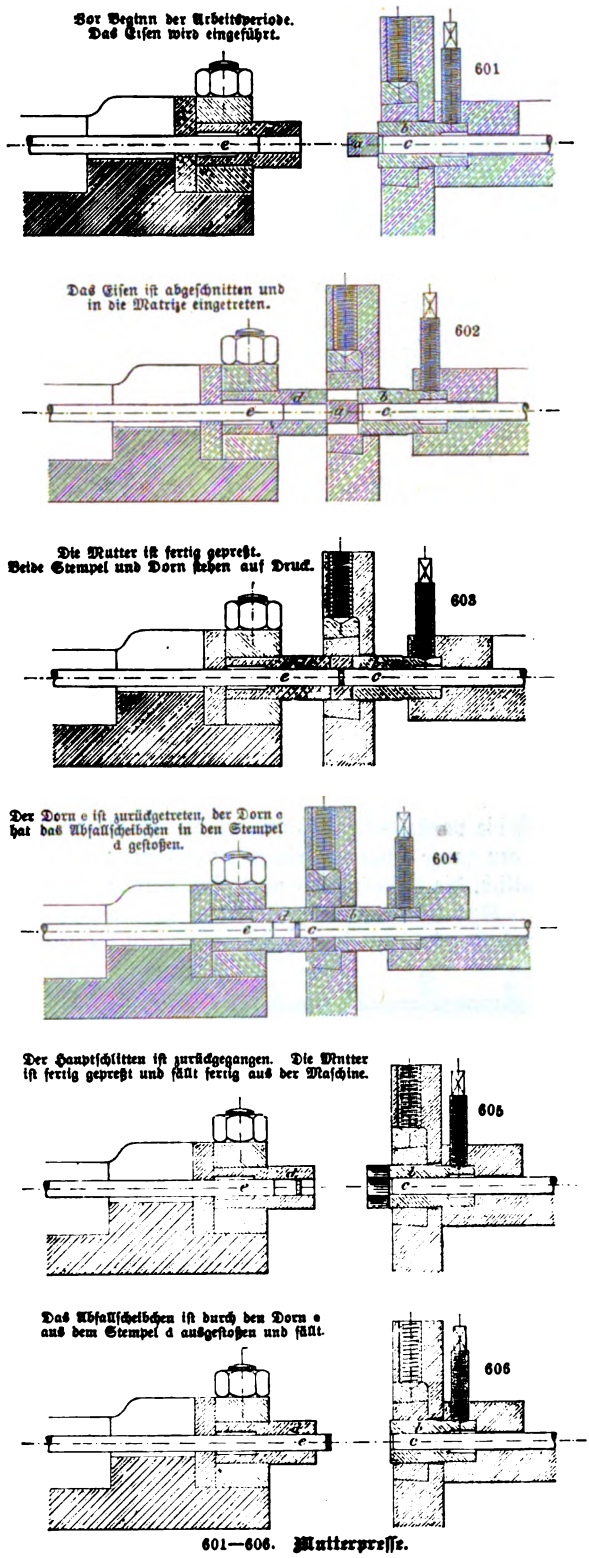
Der Schwerpunkt der Fabrikation liegt bei den Muttern, wie bei den Schrauben, in der Verwendung der Maschine, der Mutterpresse, welche in Deutschland zu Anfang der 50er Jahre von Wilhelm Funcke eingeführt worden ist. Wilhelm Funcke wurde im Jahre 1820 in Hagen (Westfalen) als Sohn des Indigofabrikanten gleichen Namens geboren, welcher im Jahre 1844 mit F. Hueck die erste Holzschraubenfabrik in Deutschland gründete, an welcher sich der Sohn mit eiserner Energie beteiligte, und welche letzterer, gedrängt durch das sich damals entwickelnde Eisenbahnwesen, zu einer großartigen Schraubenfabrik erweiterte. Dieselbe führte ihn (1860) zur Einrichtung der ersten deutschen Gesenkschmiederei, sowie auch zur Gründung des Hütten- und Walzwerkes Funcke & Elbers, Hagen in Westf. Auch auf sozialem Gebiete hat sich Wilhelm Funcke lebhaft bethätigt. Er starb am 14. November 1896.

Um auch bei der Presse den Abfall möglichst zu mindern, wird die Sechskantform vielfach durch seitliches einpressen vorgebildet, worauf das abschneiden und fertigpressen der Kopfbildung des Bolzens ähnlich erfolgt. Diese an sich recht einfache Arbeit erfordert einen recht kompliziert erscheinenden Mechanismus, welcher sich an die Herstellung der Abb. 597b anlehnt und sich nur mit Hilfe von Einzelzeichnungen und Schnitten erläutern läßt. — Neuerdings werden von der mehrgenannten Firma C. W. Hasenclever Söhne in Düsseldorf Mutterpressen hergestellt, bei welchen der Abfall sogar für die Lochung auf das Allermindeste zurückgebracht worden ist, so daß nur ein kleines Scheibchen als Nebenerzeugnis entsteht. Wir sehen in der Abb. 601 bei a den Querschnitt der der Maschine dargebotenen glühenden Eisenstange und rechts davon das sechseckige Gesenk, augenblicklich durch einen darin befindlichen Sechskantstempel b, der den Lochstempel c enthält, ausgefüllt. Links befindet sich eine Führung, in welcher sich der Lochstempel e bewegt. In der nun folgenden durch Abb. 602 dargestellten Periode ist das erforderliche Stück a von der Stange abgeschnitten

Digitized by Google

und in die inzwischen freigewordene Matrize gelangt, wo sie zunächst durch die Köpfe b und d für die nun folgende Lochung festgehalten wird. Dieselbe erfolgt (Abb. 603) von beiden Seiten her durch vorgehen der Stempel c und e, welche das Material nach außen pressen. Gleichzeitig geht auch der Kopf d etwas vor, so daß der von ihm und den beiden Stempeln in der Matrize übriggelassene Raum genau dem Inhalt des abgetrennten Stückes a entspricht. Das Material wird also scharf in alle Ecken gepreßt und nimmt so genau die innere Form der Matrize und damit die Gestalt der Mutter an. Nunmehr geht (Abb. 604) der Stempel e zurück, während c einen neuen Vorstoß macht, wodurch der zwischen beiden stehengebliebene Putzen herausgelocht wird und sich in den Kopf d hineinschiebt. In der Abb. 605 ist die Matrize zurückgezogen, wodurch die Mutter frei geworden ist. Sie fällt ab, worauf (Abb. 606) der Stempel e den Putzen als das einzige Abfallstück herauswirft. Dieses Stück reguliert gleichzeitig die Wirkung der Presse mit Bezug auf das vorgegebene Rohstück, welches nicht immer genau die vorgeschriebene Größe haben kann. Ist die Eisenstange zu stark, so enthält das Rohstück etwas mehr Material, als nötig ist, und der Putzen fällt etwas stärker aus, im entgegengesetzten Fall etwas schwächer. Die hierdurch bedingte Verschiedenheit in dem Vorschub der Stempel c und e wird durch die absichtlich hineingetragene Elastizität des Gestelles ausgeglichen. Es ist dies ein Punkt von höchster Bedeutung, welcher erst in der Neuzeit richtig gewürdigt worden ist und bei den älteren Systemen dieser Art Maschinen vielfach zu Bruch geführt hat.

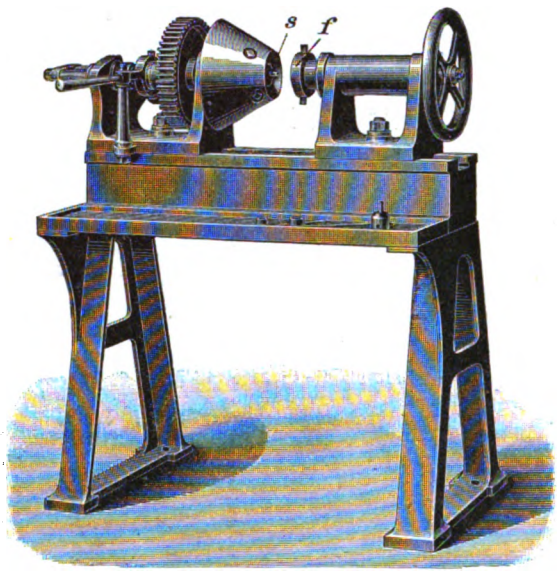
Wir bemerkten schon oben, gelegentlich der Beschreibung der Schraubenpresse (Abb. 591), daß der gußeiserne Rahmenständer zusammengesetzt sei, und daß durch die



601—606. Mutterpresse.

Digitized by Google

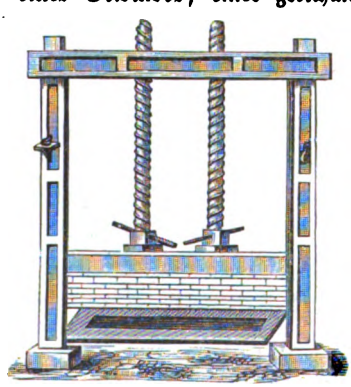
dabei erforderlichen Verbindungsbolzen eine gewisse Elastizität hineingebracht wurde. Diese Elastizität wird bei einigen Maschinen der genannten Fabrik noch durch einlegen von gewaltigen Federn vermehrt. Endlich wird häufig noch ein Bruchstück eingeschaltet, wie es auch bei dem Walzenständer der Abb. 83 u. 84 (Walzwerk) angewendet worden ist, welches dann zerbricht, wenn auch die durch jene Elastizität hineingetragene Nachgiebigkeit die zulässige Grenze überschreitet.



607. Mutterfräsmaschine.

Wie bei den Bolzenköpfen ist auch bei den Muttern mindestens auf der äußeren Seite eine Abfasung üblich, nicht nur des besseren Aussehens wegen als auch aus praktischen Gründen. Soweit diese Abfasung nicht bereits beim pressen oder schmieden angebildet wird, stellt man sie namentlich bei besserer Ware durch abdrehen her, wozu Maschinen der in der Abb. 607 angegebenen Art verwendet werden. Die geschmiedete Mutter wird in das Futter f gesteckt und mittels des Handrades auf den Dorn s der sich drehenden Spindel geschoben, deren Kopf 4 Messer trägt, von denen zwei die Eckenabfasung und zwei andere den etwa noch stehen gebliebenen Grat fortzunehmen bestimmt sind. Um zu verhindern, daß die vorstehenden Enden der die Stähle haltenden Schrauben den Arbeiter verletzen, ist der ganze Kopf mit einem Konus versehen, in welchen, wie aus der Abbildung ersichtlich, die Schrauben eingelassen werden.

Aus dem Bolzen entsteht die Schraube oder der Schraubenbolzen durch Anbringung eines Gewindes, einer gleichmäßig ansteigenden vertieften oder aufgewunden gedachten Spirale.



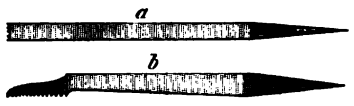
608. Römische Presse (Pompeji).

Solche Spiralen zeigt uns schon die Natur: Bohnen, Hopfen und wie alle die Schlinggewächse heißen, umwinden ihren Halt in Spiralen. Dabei ergeben sich gleichzeitig Unterschiede: die Bohne geht rechts- und der Hopfen linksherum auf, wobei man sich über die Windung von links unten nach rechts oben als „rechtsgängig" geeinigt hat. Die meisten Schrauben sind rechtsgängig. Es hat dies wohl seinen Grund in der Eigenheit des Baues unseres Armes, welcher eine drehende Kraftäußerung in der Richtung rechtsherum beim rechten Arm und linksherum beim linken Arm leichter gestattet. Linkshänder drehen daher lieber Schrauben mit linkem Gewinde ein, weshalb für sie ein links gewundener Korkenzieher gebaut wird.

Wann wohl die erste Schraube gefertigt sein mag, ist schwer zu sagen. Reuleaux nimmt als erste Maschine den Feuerbohrer an, und es ist denkbar, daß sich gelegentlich der Herstellung eines solchen beim eindrehen eines Stückes Holz in ein anderes — das eindrehen geht leichter von statten, als das eindrücken — das erste künstlich hergestellte Gewinde gezeigt hat, verursacht durch eine harte Stelle in dem Wirbel oder der Unter-

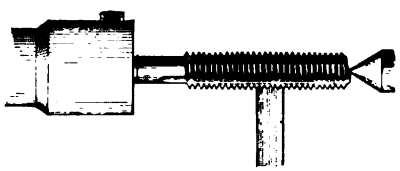
Digitized by Google

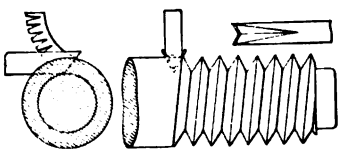
lage. — Die älteste Verwendung der Schraube scheint die als Preßschraube gewesen zu sein. Befestigungsschrauben treten erst mit der vollendeteren Metallbearbeitung auf; sie wurden noch im frühen Mittelalter durch Niete ersetzt und traten wohl erst dann hervor, als man anfing, Wert auf die leichte Lösbarkeit zu legen. Abb. 608 zeigt die vielleicht älteste Darstellung einer Preßschraube. Hiernach wird auch wohl das zu den ältesten Schrauben verwendete Material das Holz gewesen sein. Das Schraubengewinde war hier leicht auszuarbeiten, und die Gänge in der Mutter konnten durch eingebohrte und innen vorstehende Stifte ersetzt werden. Eine in die Schraube eingesetzte scharfe Schneide brachte dann wohl die erste richtig mit Gängen versehene Mutter hervor, wodurch der Weg zum schraubenschneiden endgültig angebahnt war. In früheren Zeiten hat man die Gewinde aufgelötet. Die alten Schraubstockspindeln wurden noch in den 50er Jahren in der Weise hergestellt, daß man ein feines Quadrateisen recht gleichmäßig um die Spindel wand und verlötete. Dann wurde ein gleiches Quadrateisen etwas locker in diese Gänge gewunden, eine Hülse darüber getrieben und die Spindel vorsichtig herausgedreht, wobei die Spirale in der Hülse sitzen blieb. Diese wurde dann ebenfalls verlötet.



609. Strähler oder Strahleisen.

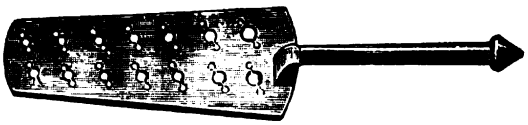
Die Drehbank, schon die uralte und heut noch zu findende mit hin- und hergehender Bewegung, vermittelte den weiteren Fortschritt und gestattete bald die Herstellung der


610. Schneiden des Strählers.


611. Geißfuß.

Schrauben in recht regelmäßiger Form vermittelst des Strahleisens oder Strählers. Dasselbe besitzt (Abb. 609a und b) einige scharfe, dem herzustellenden Gewinde entsprechende Zähne, mit denen es von Hand gegen das sich drehende Material leicht gepreßt und gleichzeitig gewandt vorangeschoben wird, so daß der zweite Zahn den vom ersten Zahn beschriebenen Gang trifft. Dies treffen wird wesentlich erleichtert, wenn der scharfkantige Rücken der Spitzen die richtige Schräge besitzt und auf diese Weise gleich richtig leitet. Man fertigt aus diesem Grunde (Abb. 610) den Strähler gern mit Hilfe eines Gewindebohrers an, wodurch das zu schneidende Gewinde wesentlich besser vorbereitet wird.

In dieser Weise werden noch heute die Gewinde von den Drechslern in Horn und Holz geschnitten, während die metallene Schraube fast ausschließlich mit besseren Mitteln hergestellt wird. Doch wird beim Holz auch statt des immerhin wenig schneidigen Strählers ein V-förmig angeschliffener Stahl (Abb. 611), Geißfuß genannt, verwendet, der allerdings bereits auf irgend eine Weise gezwungen werden muß, den genauen Schraubengang einzuhalten.


612. Schneideisen. (Zu S. 244.)

Zur Herstellung des Gewindes der Metallschrauben führen, abgesehen von dem oben beschriebenen auflöten, verschiedene Wege: schneiden, fräsen, schmieden und walzen. Hierzu tritt das gießen, welches ein Modell voraussetzt und wohl keiner besonderen Erläuterung bedarf.

Zum schraubenschneiden führen wieder zwei Wege: die Kluppe und die Drehbank.

Die Kluppe ist an sich aufzufassen als eine stählerne und gehärtete Mutter, welche innen, einfach durch ausarbeiten von Nuten, mit Zähnen versehen ist. Ihre Anfertigung setzt das Vorhandensein eines Gewindebohrers voraus, welcher in ureinfachster Weise von Hand ausgefeilt oder mit der Kluppe oder auf der Drehbank geschnitten sein kann.

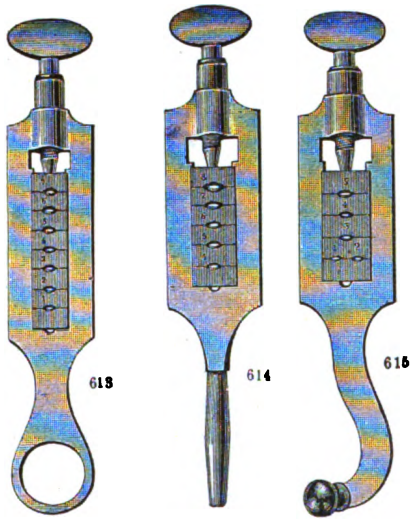
Digitized by Google

Die Anfertigung eines Schneidzeugs kann also mit der Kluppe beginnen, wenn man einen Bohrer hat, oder mit dem Gewindebohrer, wenn eine Kluppe zur Verfügung steht, hat aber wohl ihren naturgemäßen Anfang in der gehärteten und mit Schneiden versehenen Schraube, also im Gewindebohrer.

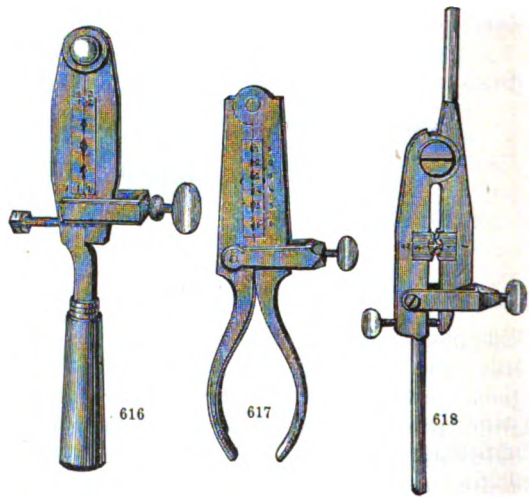
Das einfachste Werkzeug zum schraubenschneiden ist das Schneideisen (Abb. 612), welches als eine Vereinigung verschiedener, in der oben genannten Art hergestellter schneidenden Stahlmuttern anzusehen ist. Es hat die Eigenheit, abgesehen von der Abnutzung, stets genau gleiche Schrauben zu liefern, was oft erwünscht ist; setzt dabei aber voraus, daß es gelingen kann, den Span mit einem Male herauszuschneiden, und ist daher in der genannten Form meist nur für schwache Schrauben zu verwenden.

Überall da, wo man gezwungen ist, mehrmals über den Bolzen entlang zu gehen, um das Gewinde in der ganzen erforderlichen Tiefe herauszuschneiden, verwendet man die eigentliche Kluppe, ein Schneideisen mit verstellbaren Backen.

Bei den kleineren Gattungen der Kluppen setzt man meist mehrere Backen nebeneinander, so daß man eine entsprechende Anzahl verschiedener Größen darin unterzubringen vermag. Diese Backen liegen entweder (Abb. 613 bis 615) in einem Rahmen und

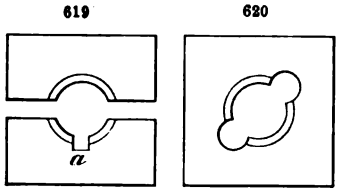


613 bis 615. Kleine Kluppen.



616 bis 618. Kleine Kluppen.

werden durch eine Schraube zusammengepreßt oder (Abb. 616 bis 618) zwischen den Schenkeln einer Schere, welche durch eine Bügelschraube bethätigt wird. Die Backen dieser, wie auch vielfach noch der größeren Kluppen, erhalten eine ziemlich primitive Schneide (Abb. 619), welche eigentlich mehr quetscht als schneidet. Seit einigen Jahrzehnten hat man begonnen, hierauf mehr Aufmerksamkeit zu verwenden, und den Schneidewinkel (Abb. 620) verringert, so daß ein wirkliches Abrollen des Spanes bewirkt wird. Immerhin begnügt man sich auch heute noch vielfach mit einem einfachen, winkelrechten Ausschnitt, wie in der Abb. 619 bei a angegeben.



619 Ältere 620 neuere Form der Backe.

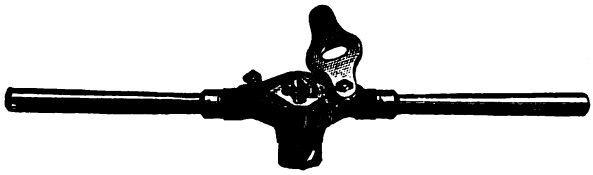
Die größeren Kluppen unterscheiden sich sowohl in der Art und Weise der Schneidenbildung, als auch in der Unterbringung und Zusammenspannung der Backen. Die ältere und heute noch recht verbreitete Art ist die in der Abb. 621 dargestellte schräge Kluppe, der sich des bequemen ansetzens wegen die einseitige Kluppe Abb. 622 hinzugesellt hat und welcher sich in den letzten Jahren eine ganze Reihe anderer und zum Teil recht zweckmäßiger Formen angereiht hat. Bei diesen Neuheiten ist auch das Bestreben maßgebend gewesen, das Werkzeug am schrägschneiden

Digitized by Google

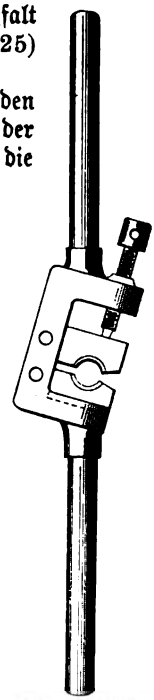
zu verhindern, was namentlich bei großen Durchmessern leicht vorkommt. Man versieht die Kluppen daher, wie man es zuerst bei Gaskluppen gethan hat, mit Führungen (Abb. 623), welche der Arbeit eine größere Sicherheit geben. Ferner ist man bestrebt, die Einstellung oder das nachspannen der Backen recht fein zu bewirken, weshalb man (Abb. 624), Winterhoff, anstatt des direkten Schraubendruckes eine exzentrische Führung auf die Backen wirken läßt und vermittelst einer Skala das ablesen der Stellung und damit das genaue wiederfinden ermöglicht. Eine sehr große Sorgfalt ist auf die Schneidwirkung der Backen bei der Halbachschen Kluppe (Abb. 625) verwendet.

Wenn die Kluppe so eingerichtet ist, daß ein einmaliges durchschneiden genügt, um ein gutes Gewinde zu erzeugen, dann fällt die Notwendigkeit der groben Nachstellung der Backen fort. Nach diesem Grundsatz ist die

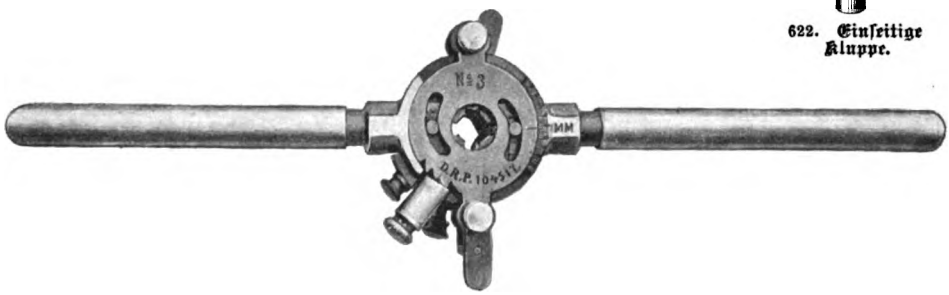
621. Schräge Kluppe.



623. Gaskluppe.



622. Einseitige Kluppe.



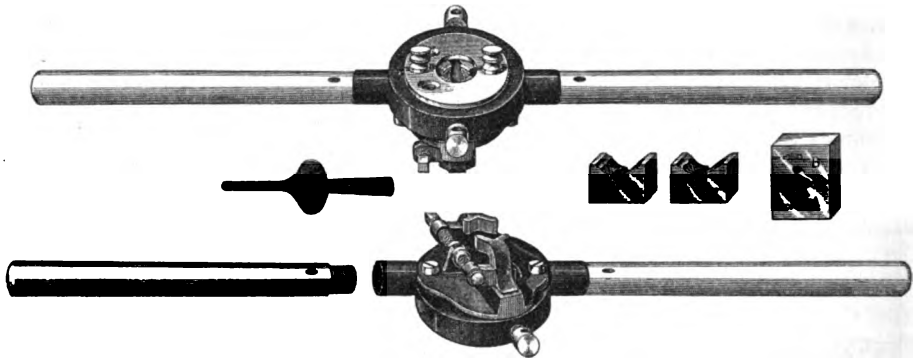
624. Kluppe von Winterhoff.

Viktoriakluppe von Westphal (Vogel & Schemann) in Köln gebaut. Die Schneidpatrone, welche die Backen ersetzt, ist (Abb. 626) als ein starkwandiges, kurzes Rohr ausgeführt, welches tief eingefräst ist, so daß die Schneidbacken, welche unten zusammenhängen, etwas federn können. Über dieselben wird ein ebenfalls federnder Ring gestreift, welcher zusammengespannt werden kann, wodurch die geringe erforderliche Verstellbarkeit gewährt wird. Selbstverständlich ist auch hier für jede Gewindegattung eine besondere Patrone erforderlich. Die verhältnismäßig große Länge derselben ermöglicht einen sanften Übergang vom vor- zum nachschneiden und gibt gleichzeitig die gewünschte Führung, welche auch, wie die Hauptabbildung zeigt, mit dem Spannring verbunden wird.

Das Endglied dieser Bestrebungen — Verminderung der schneidenden Kanten — bildet die in der Abb. 627 dargestellte Kluppe, welche nur mit einer Zahnreihe arbeitet und uns so wieder auf den Strähler (Abb. 609) zurückführt.

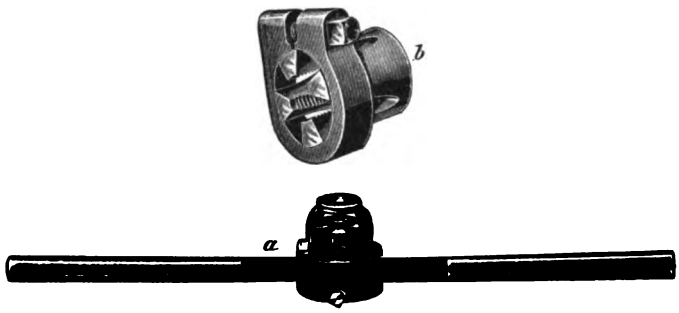
Digitized by Google

Für Massenbedarf zum schneiden der Schrauben verwendet man Maschinen. Dieselben enthalten die Kluppe oder die Schneidbacken inmitten einer auf horizontalen Führungen laufenden Scheibe (Abb. 628), welche von Hand gegen den in den Kopf der Spindel ein-



625. Kluppe von Halbach. (Zu S. 245.)

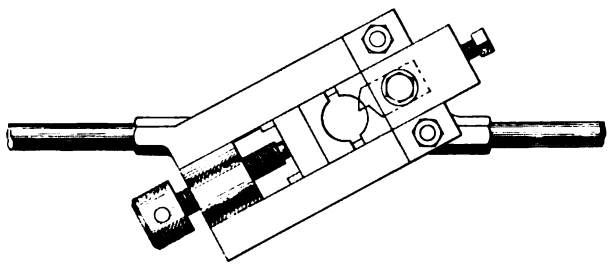
gespannten Schraubenbolzen geführt wird, bis die Backen packen. Von hier ab zieht die werdende Schraube die Kluppe selbstthätig nach sich. Ist der Schnitt bis zu der vorgeschriebenen Stelle vorgerückt, so öffnet der Arbeiter mit Hilfe des Griffes g die Kluppe und zieht sie zurück. Bei vollkommneren Maschinen geschieht auch das öffnen der Kluppe selbstthätig, wodurch ein überschneiden durchaus vermieden wird.



626. Viktoriakluppe. (Zu S. 245.)

Man verlegt das Schneidzeug auch wohl in den Kopf der Spindel und spannt, (Abb. 629) den Bolzen in den vorliegenden beweglichen Schlitten.

Das Muttergewinde wird mit Hilfe des Gewindebohrers hergestellt. Auch dieser hat heute noch, wie die Backen (Abb. 630a), recht unvollkommene Schneiden, welche streng genommen gar nicht als solche zu bezeichnen sind. Man fräst daher halbrunde Nuten (Abb. 630b) ein, die auch (Abb. 630c) schief gestellt werden, wodurch ein geeigneter Schneidewinkel erzielt werden kann. Das hier zu verfolgende Ziel ist, wie bei der Kluppe, ein schönes Gewinde mit nur einem Durchgang und unter möglichst geringer Kraftaufwendung zu erzeugen. Deshalb sorgt man für das sogenannte freischneiden des Bohrers dadurch, daß man die Schneiden des an sich rund geschnittenen Bohrers hinterarbeitet (Abb. 630d). Man hat jetzt auch bereits eine ganze Reihe von Vorrichtungen, die alle darauf beruhen, daß das Schneidwerkzeug bei jeder Umdrehung so oft etwas zurückweicht, als Schneiden, in der Regel drei, vorhanden sind, Einrichtungen, welche vielfach mit den

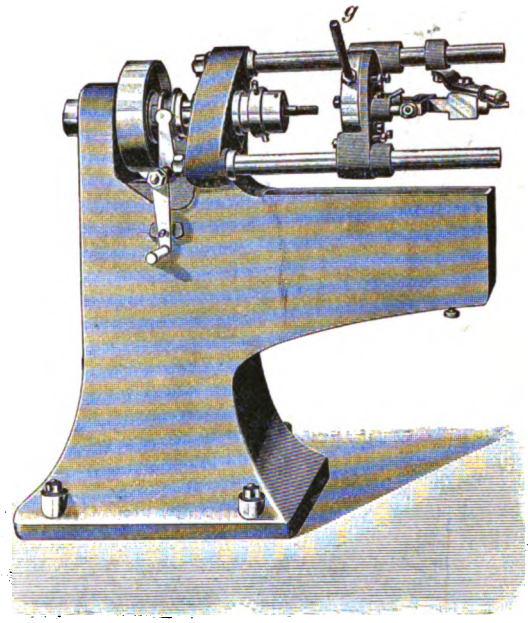


627. Strählkluppe. (Zu S. 245.)

Digitized by Google

zum excentrischen drehen dienenden übereinstimmen. Auch läßt man die Kerner entsprechend ausweichen oder macht endlich, Heckmann in Barmen, das Drehstück selbst beweglich. Man erkennt diese hinterarbeiteten Bohrer (Abb. 630e) daran, daß auch der Grund der Gänge zurückgeht. Die von diesen Maschinen gelieferten Formen verlaufen mehr oder weniger rundlich, wie in der Abb. 630e an der einen Schneide fein punktiert angedeutet. Die scharfe Kante wird erst durch das einfräsen der Nute erzeugt.

Ferner hat man die Nuten (Abb. 631d) spiralförmig gewunden, in der Absicht, die einzelnen Schneiden nacheinander wirken zu lassen, was sich namentlich bei einer geringen Konizität des Bohrers geltend macht. Endlich hat man mit bestem Erfolg einzelne Zähne wechselweise ganz fortgenommen, weil man mit Recht annimmt, daß bei einem gewöhnlichen Gewindebohrer viel zu viel Schneiden gleichzeitig wirken, verschiedene also nicht nur unnütz sind, sondern sogar hemmend wirken.



628. Gewindeschneidmaschine.
von C. W. Hasenclever Söhne in Düsseldorf. (Zu S. 246.)

Die Gewindebohrer zeigen auch für dieselbe Lochweite Verschiedenheiten. Glaubt man, nicht mit einem Schnitt durchkommen zu können, so verwendet man zuerst den schlankkonisch geformten Vorschneider (Abb. 631a) und geht dann mit dem Nachschneider (Abb. 631b) nach. Letzterer wird in der Regel unten auch etwas zugespitzt gehalten. Geht das Loch nicht durch, und wird trotzdem ein bis unten hin gut ausgeschnittenes Gewinde gewünscht, so verwendet man den bis unten hin gleichmäßig verlaufenden Grundbohrer (Abb. 631c). Zum schneiden endlich der Backen einer Kluppe nimmt man den sogenannten Backen- oder Originalbohrer (Abb. 631d).

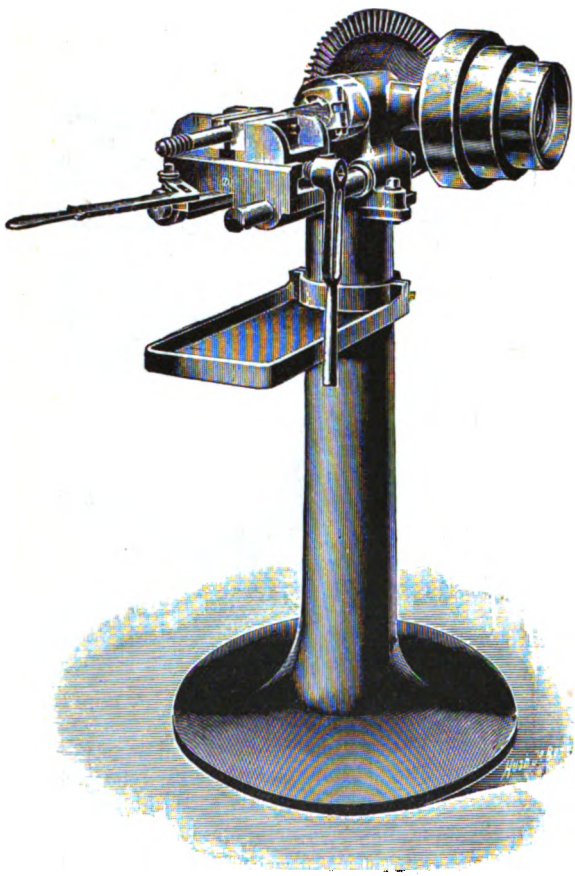
Eine sehr hübsche und gut arbeitende Vereinigung dieser Vor- und Nachschneider bildet der in der Abb. 632 dargestellte Bohrer, Patent J. Berg. Derselbe beginnt, wie man es sonst auch neuerdings vielfach findet, mit einem glatten Zapfen a, welcher den genauen Lochdurchmesser angibt. Dann folgt — von unten her — der Vorschneider, dessen Gewindegänge überhaupt noch keine Spitzen haben und zudem, wie es beim Vorschneider sein soll, in der Abbildung von b—c, abgeschrägt sind. Der Vorschneider endet mit einer Eindrehung bei d, wo der Nachschneider, wieder mit abgeschrägten Zähnen, beginnt, der dann aber von e an volle Gänge besitzt. Der Schaft geht dann wieder auf das willige Lochmaß zurück und endet mit dem Vierkant zum ansetzen des Windeeisens.

Zum eindrehen des Bohrers verwendet man das Windeeisen (Abb. 633a—e), eine mit zwei Griffen und Löchern verschiedener Größe versehene Platte oder einen in gleicher Weise vorgerichteten Ballen. Um der hier erwünschten Verstellbarkeit Rechnung zu tragen, hat Jagenberg (a) zwei halbkugelförmige Backen verschiebbar auf eine Stange gesetzt, welche durch drehen des einen Griffes nach Belieben eingestellt werden können. Winterhoff setzt zwei Backen (e) in die Kluppe ein und wandelt diese so in ein verstellbares Windeeisen um.

Wo Kluppe und Bohrer nicht verwendbar erscheinen, tritt die Drehbank zum gewindeschneiden ein. Das Arbeitsstück wird zwischen die Spitzen genommen und langsam

Digitized by Google

gedreht, während dasselbe oder der Stahl der gewünschten Steigung — Fortschritt desselben bei einer Umdrehung — entsprechend sich entlang schiebt. Um das letztere zu bewirken, versieht man in einfachen Fällen das hinten hervorstehende Ende der Drehbankspindel (Abb. 634) mit einer Stahlhülse, welche außen ein Gewinde mit der betreffenden Steigung enthält, und läßt dieses auf ein Mutterstück laufen, welches am Spindelkasten befestigt ist. Jene Hülse nennt man Patrone. Es führt dies zu einfachen Bänken und zu einfacher Arbeit, ist aber von der Zahl der Patronen abhängig. Vielseitiger ist die Leitspindeldrehbank (Abb. 635), bei welcher der Support durch eine längs des Bettes der Drehbank gelagerte Spindel verschoben wird, die ihrerseits von der Drehbankspindel durch auswechselbare, sogenannte Wechselräder getrieben wird. Dieselben werden (Abb. 637) auf einer mit Schlitzen versehenen Platte — der Schere — befestigt, wo ihre Zapfen beliebig eingestellt werden können. Die Berechnung, welche hier jedesmal angestellt werden muß, läßt sich recht vereinfachen, wenn man dem Rade auf der Drehbankspindel allemal so viel Zähne gibt, als die Leitspindel Gänge auf die Längeneinheit hat. Als letztere gilt für Gewinde noch vielfach der englische Zoll. Hat also die Leitspindel z. B. 3 Gänge für den Zoll englisch, so erhält das genannte Rad 30 Zähne. Anderenfalls wird das letzte, nicht auszuwechselnde Rad (Abb. 638) so bemessen, daß es in gleichem Sinne arbeitet. Eine solche Bank ist*) „eingerichtet". In diesem Falle hat der Dreher nunmehr auf die Leitspindel ein Wechselrad mit einfach 10 mal so viel Zähnen aufzusetzen, als er Gänge für Längeneinheit schneiden will, also z. B. ein solches mit 80 Zähnen, wenn er 8 Gänge auf die Längeneinheit zu schneiden beabsichtigt.



629 Gewindeschneidmaschine „Viktoria". (Zu S. 246.)

In gleicher Weise, wie das schneiden von Spindeln, wird das schneiden der Muttern bewirkt, welche im Bohrfutter oder an der Planscheibe befestigt werden.

Um der Abnutzung des Stahles Rechnung zu tragen, was bei der Massenfabrikation von Bedeutung ist, ersetzt man den Drehstahl durch eine mit dem entsprechenden Profil versehene gehärtete Scheibe, welche also nur im Ausschnitt (Abb. 639) nachgeschliffen zu werden braucht, ohne daß die Gefahr der Änderung des Profiles vorliegt. Die Scheibe wird auf einem Dorn des Stahlhalters befestigt, kann also in ihrer Stellung zum Drehstück nicht verändert werden, ohne daß auch der Stahlhalter verschoben wird.

Diese Schneidscheibe führt über zum gewindefräsen, bei welchem dieselbe durch einen sich drehenden Fräser (Abb. 640) ersetzt wird. Auch hier ist der Wunsch maßgebend,

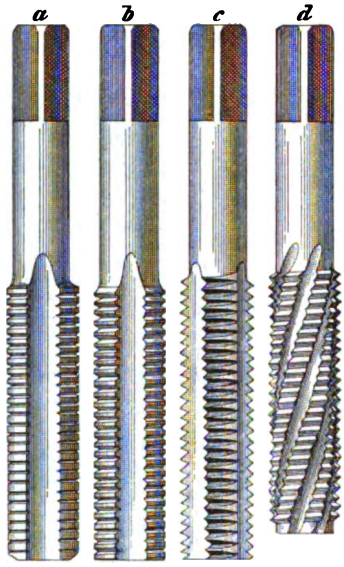
*) Vergl. Haedicke, „Eine einfache Regel für die Bestimmung der Wechselräder". Remscheid, Hermann Krumm.

Digitized by Google

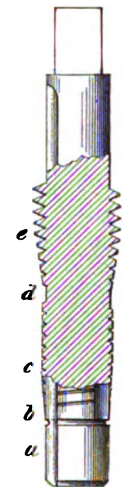
das Profil möglichst sicher zu stellen. Das Gewindefräsen wird sowohl für Innen- wie für Außengewinde verwendet und ist für besonders genaue Arbeit sehr beliebt.

Die bekannte Firma Schilling & Krämer in Suhl baut eine Gewindefräsmaschine (Abb. 641), welche das Gewinde — Innen- und Außengewinde — mit nur $1\frac{1}{4}$ Umdrehung des Schneidezeugs fertigstellt, wobei also alle Gänge mit einem Male geschnitten werden. Die Maschine wird namentlich für Gewehrteile und da verwendet, wo es auf eine sehr genaue Innehaltung der Maße ankommt. Abb. 643 zeigt den Vorgang: a ist der Schraubenschaft, welcher langsam rotiert, während der Fräser b, in dem Kopf c der Spindel steckend, schnell umgeht und sich dabei langsam so verschiebt, daß er nach einer Umdrehung des Schaftes a, in welchen er sich vorher ohne Verschub um die Gewindetiefe eingefressen hat, genau um eine Ganghöhe vorgeschritten ist.

630. Querschnitte der Gewindebohrer. (Zu S. 246 f.)

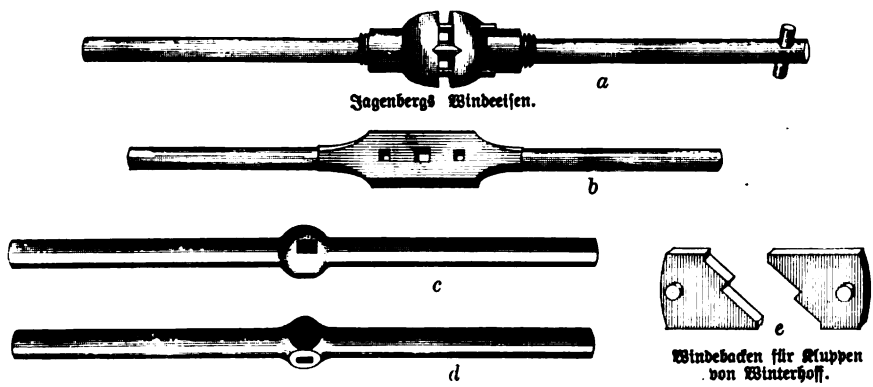


631. Gewindebohrer. (Zu S. 247.)



632. Gewindebohrer Patent Berg. (Zu S. 247.)

Das anschneiden von konischem Gewinde kann auf der gewöhnlichen Leitspindelbank erfolgen. Der Support wird entsprechend schräg gestellt und mit der Spindel durch einen geschränkten Riemen oder durch eine richtig bemessene Scheibe verbunden, so daß der Vorschub des Stahles selbstthätig erfolgt. Recht gut eignet sich für solche Arbeiten die Universaldrehbank von v. Pittler, Leipzig-Gohlis. Auch hat man besonders für diesen Zweck eingerichtete Bänke gebaut, wie Patent Halbach, Remscheid-Goldenberg. (Zeitschrift für Werkzeuge und Werkzeugmaschinen, 1899, S. 307.)



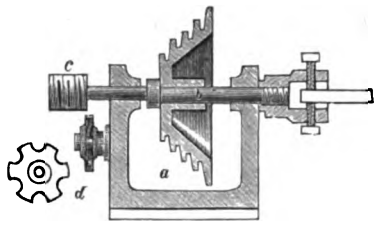
Jagenbergs Windeeisen.

Windebacken für Kluppen von Winterhoff.

633. Windeeisen. (Zu S. 247.)

Das schmieden oder schlagen der Schrauben setzt Gesenke voraus und gleicht dem rundstempeln. Das Untergesenk enthält die eigentliche Gewindeform, während das Obergesenk aus einem keilförmigen Setzhammer besteht. Es wird selten verwendet und in

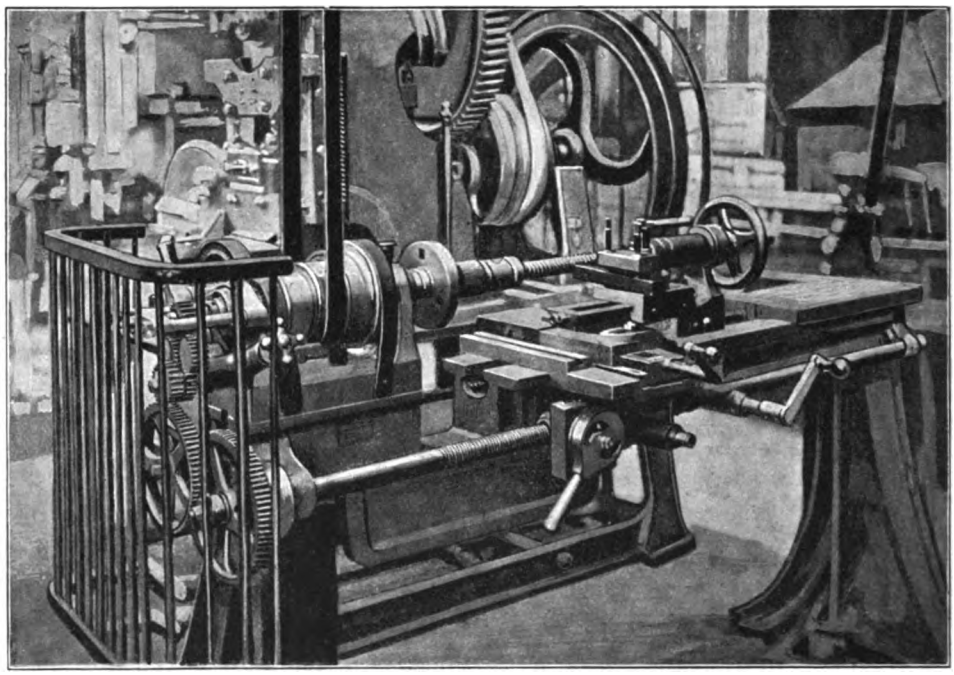
Digitized by Google



634. Spindelkasten zu einer Patronendrehbank. (Zu S. 248.)

regelmäßiger Weise eigentlich nur bei den Kötzern der Korkenzieher (Abb. 642 u. 644b), bei denen das nachfeilen eine leichte unbedeutende Rolle spielt. Dies namentlich in Schmalkalden geübte Verfahren ist bereits vielfach durch das fräsen (Abb. 644c) ersetzt worden und hat von jeher auch in dem einfachen aufwinden (Abb. 644a) Konkurrenz gefunden.

Feines Gewinde, wie es bei den Speichen der Fahrräder verwendet wird, wird neuerdings eingerollt. Hierzu dienen (Abb. 645) zwei harte, mit etwas schrägen und möglichst scharfen Rippen versehene Stahlplatten, von denen die untere auf dem Gestell festliegt,

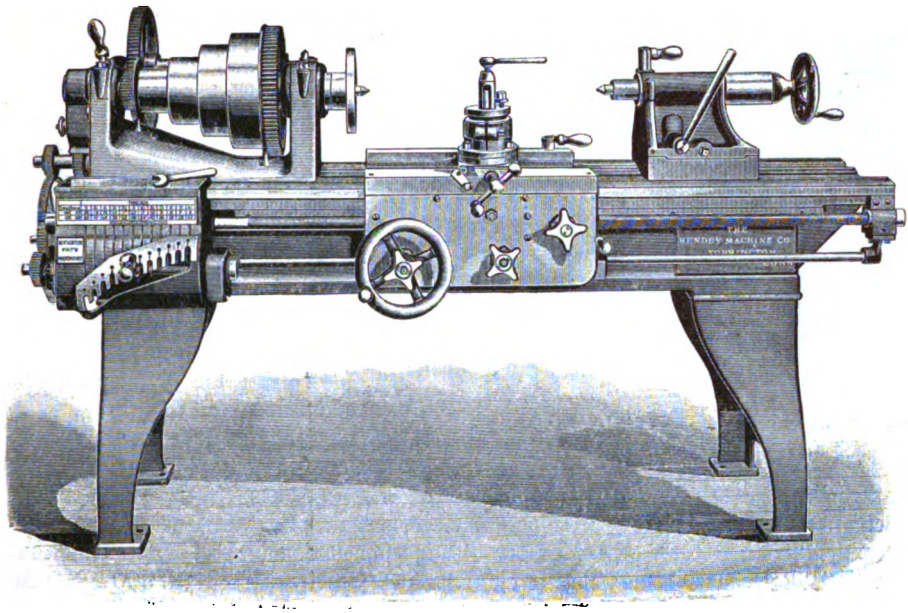


635. Drehbank zum gewindeschneiden. (Zu S. 248.)

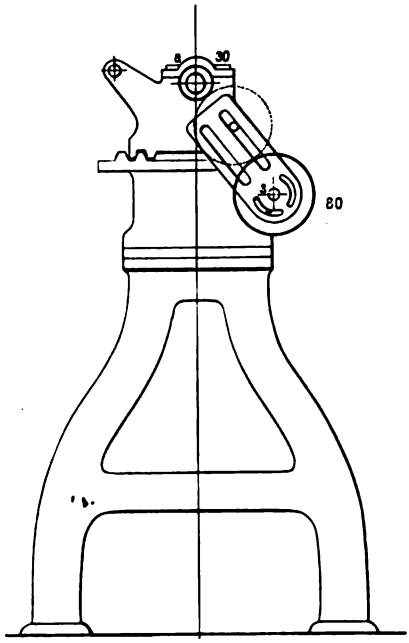
während die obere, die Rippen nach unten, durch eine Kurbelscheibe hin- und hergeführt wird. Der Arbeiter nimmt nach jedem Gang die Speiche heraus und legt sie unter einigem nachspannen wieder hinein, bis das Gewinde scharf eingerollt ist.

Die Firma C. W. Hasenclever Söhne in Düsseldorf walzt neuerdings grobes Holzschraubengewinde warm ein, wie es für die Isolierschrauben der elektrischen Drähte (Telegraphenstützen), Schienenschrauben u. s. w. gebraucht wird. Die hierzu dienende Maschine ist in der Abb. 646 abgebildet. Sie arbeitet nach dem Prinzip des Schrägwalzverfahrens, welches in dem Kapitel: „Röhrenbildung“ eingehend besprochen worden ist. Hier liegen (Abb. 647) drei ballige Walzen mit geringer Schrägung neben oder über einander und packen den gut gewärmten Bolzen zwischen sich, ihn durch ihre eigentümliche Wirkung rollend und dabei hineinziehend. Würden sie einfach glatt sein, wie das Glättwalzwerk der Stahlwerke, so würden sie eben nur schön rund und glatt herauskommen. Sie sind aber genau nach dem Profil des zu walzenden Gewindes eingedreht, so daß sich das Material in diese Gänge hineindrängt und so das gewünschte Gewinde bildet. Ein solches Rollwalzwerk zeichnet auf dem Walzstück an sich bereits ein Gewinde,

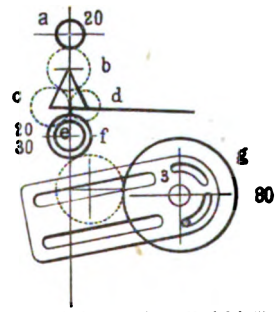
Digitized by Google



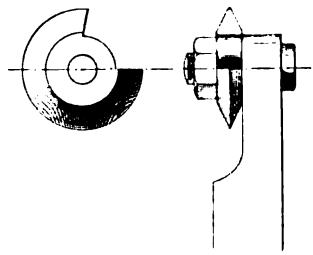
636. Stellwerk zum gewindeschneiden. (Zu S. 248.)



637. Stellplatte der Drehbank zum gewindeschneiden. (Zu S. 248.)



638. Anbringung der Wechselräder. (Zu S. 248.)



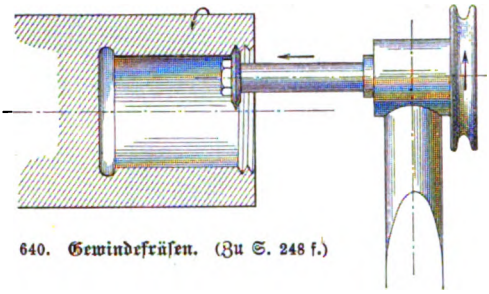
639. Stahlscheibe als Drehstahl. (Zu S. 248.)

dessen Steigung gleich dem Vorschub des letzteren bei einer Umdrehung desselben ist. Würde man die Walzen mit einer in sich zurücklaufenden Nut, nach dem gewünschten Profil, drehen, so könnte sich trotzdem kein Gewinde auf dem Walzstück entwickeln, weil es beim rollen vorgezogen wird, das Gewinde also wieder niedergedrückt werden würde.

Digitized by Google

Die Eindrehungen der Walzen bilden daher für sich wieder ein Gewinde, dessen Steigung mit dem von den Walzen gezeichneten zusammen die Steigung des gewalzten Gewindes gibt.

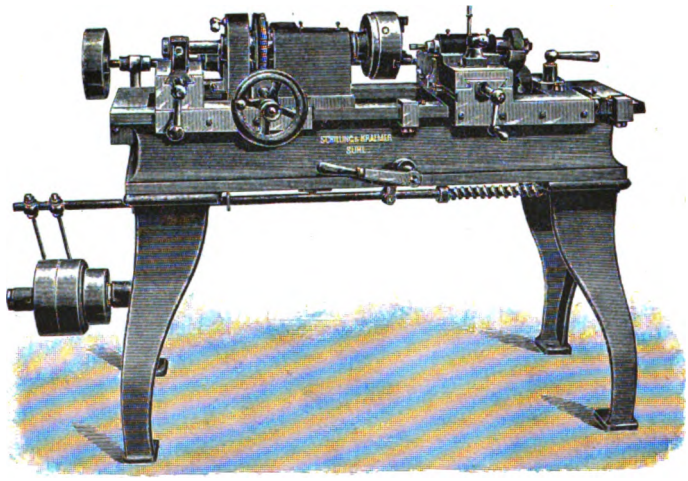
Der Antrieb der Walzen erfolgt durch drei ineinander greifende Zahnräder, welche, um kräftig genug sein zu können, größer als die Walzen ausfallen müssen; ihre Achsen gehen also so weit auseinander, bis die erforderliche Entfernung erreicht ist. Hieraus ergibt sich die eigentümliche Anordnung, welche die Abb. 646 zeigt. — Die Handhabung ist recht einfach: Der Arbeiter hält das glühende Bolzenende zwischen die Walzen und läßt diese mit Hilfe des Fußtrittes zusammengehen, eine ähnliche Einrichtung, wie an der selbstzentrierenden Planscheibe der Drehbank oder bei den amerikanischen Bohrfuttern. Die fertige, also mit eingewalztem Gewinde versehene Schraube fällt von selbst heraus, der Arbeiter läßt den Fußtritt los, und die Walzen gehen, durch Federn bethätigt, wieder auseinander; damit sind sie zur Aufnahme eines neuen Bolzens bereit.



640. Gewindefräsen. (Zu S. 248 f.)

Die Maschine ergibt gegenüber der Gewindeschneidmaschine bei Schwellenschrauben etwa 45% Materialersparnis und liefert innerhalb 10-stündiger Arbeitszeit 500—600 Stück.

Zu einer besonderen und großartigen Fabrikation haben die Holzschrauben geführt, welche auf überaus sinnreichen Maschinen rein automatisch und in sehr großen Mengen hergestellt werden.

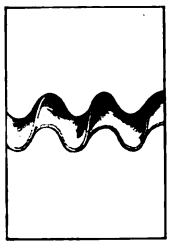


641. Gewindefräsmaschine. (Zu S. 249.)

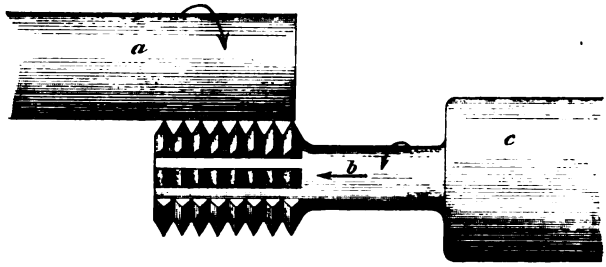
Früher wurde die Holzschraubenfabrikation nur mit Hilfe sehr einfacher Vorrichtungen betrieben. — Die Fabrikation der Holzschrauben mittels automatisch arbeitender Maschinen ist amerikanischen Ursprungs. Verschiedene Erfinder (Harvey, Wipple, Sloan u. a.) haben sich in den 40er Jahren mit der Konstruktion derartiger Maschinen befaßt. Im Jahre 1845 nahmen die Holzschraubenfabrikanten Japy frères in Frankreich ein Patent auf Maschinen für Holzschraubenfabrikation, während jetzt in der größten Holzschraubenfabrik der Welt, der von Nettlefold & Chamberlain, und auch in anderen Fabriken eine sinnreiche Maschinerie im Gebrauch ist, welche von Thomas J. Sloan erfunden ist und zuerst, 1850, von William G. Angell — American Screw-Co. — Providence, Rhode Island, in den Vereinigten Staaten benutzt wurde. Sloans Erfindung, 1846 patentiert, wurde einige Jahre später von Nettlefold in Birmingham und Japy frères in Beaucourt erworben und eingeführt. — In Deutschland kam diese Fabrikation zur Einführung im Jahre 1861 durch die Firma Funcke & Hueck zu Hagen i. W., welche 1861 die englische Maschine einführte, dieselbe wesentlich verbesserte und von der aus sich die letztere später durch Arbeiter auch nach anderen Gegenden hin verbreitete (vergl. S. 240).

Digitized by Google

Die Holzschraubenfabrikation bedient sich nicht einer einzigen, sondern einer ganzen Anzahl von Maschinen, deren jeder eine besondere Funktion obliegt; ihrer Konstruktion nach kann man sie in drei Arten einteilen. Die Gewindeschneidmaschine schneidet



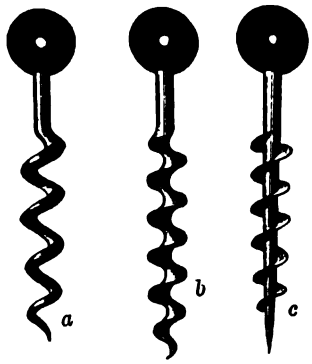
642. Untergelenke zum gewindeschneiden. (Zu S. 250.)



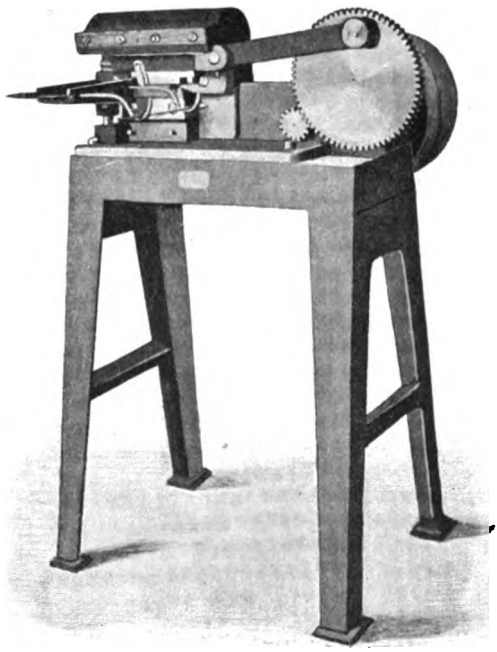
643. Gewindefräsen. (Zu S. 249.)

in der Minute 6 Schrauben an, während die Drehbank in der Minute 15 Stück abdreht. Die Einschnitte in den Schraubenköpfen werden vor dem gewindeschneiden — zuweilen, bei anderen Systemen, auch später — durch kleine Kreissägen bewirkt, von denen die Fabrik von Nettlefold & Chamberlain wöchentlich etwa 20000 Stück abnutzt; mit einer Säge können etwa 1000 Schrauben geschnitten werden. Diese Sägen haben etwa 7 cm Durchmesser, 90 bis 100 Zähne und kosteten früher das Stück etwa 70 bis 80 Pfennige, während man sie in der Birminghamer Fabrik schon seit einigen Jahren nach einer neuen Methode für etwa 6 Pfennige das Stück herstellt.

Das ältere Verfahren bei der Herstellung der Holzschrauben beruht auf folgenden Operationen: Der Eisendraht wird auf einer Ziehbank



644. a Gewundener, b geschmiedeter, c gefräster Kötzer. (Zu S. 250.)

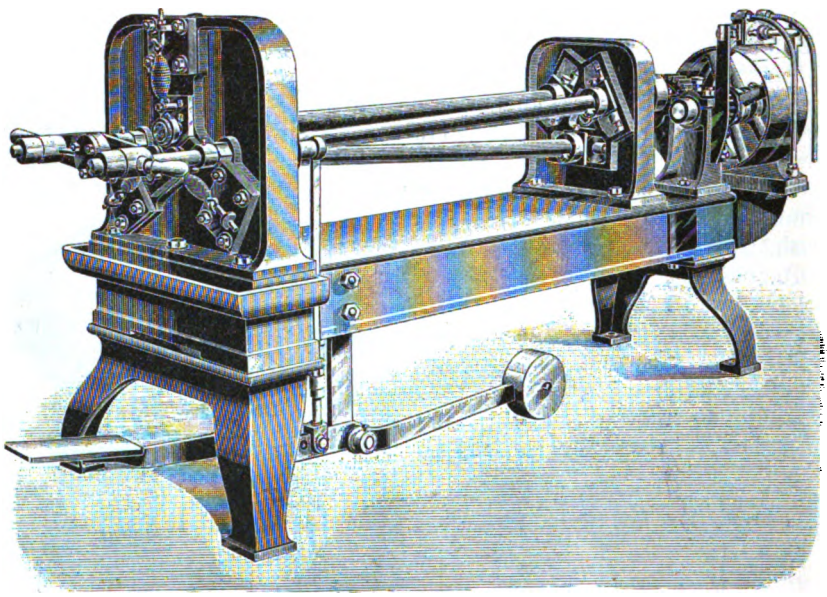


645. Gewinderollmaschine. (Zu S. 250.)

zu der nötigen gleichmäßigen Stärke ausgezogen und in Stücke von geeigneter Länge zerschnitten, wie es in dem Abschnitt „Nägel" ausführlich angegeben ist. Unter einem Prägwerk mit Kniehebelmechanismus erhält jedes solches Drahtstück einen Kopf gepreßt, welcher auf der Drehbank geglättet und hierauf mit einem Einschnitt versehen wird. Das anschneiden des Gewindes erfolgt ebenfalls auf einer drehbankähnlichen Maschine, deren Einrichtung in der Abb. 648 skizziert ist. Es ist eine Spindel, welche ihre Umdrehung durch einen auf die Scheibe f gelegten Riemen erhält, während die daneben befindliche Losscheibe l zur Aufnahme des Riemens dient, wenn die Spindel s außer Betrieb gesetzt werden soll. Am

Digitized by Google

hinteren Ende (rechts) ist die Spindel mit einer Büchse, b, versehen, in welche die Modellschraube g gesteckt und fest mit der Spindel verbunden wird. Diese Schraube hat in dem Bock a ihr Muttergewinde, während die Spindel s bei m und n eingelagert ist. Am vorderen Ende ist eine Art langes Klemmfutter c angebracht, wovon die Abb. 649 und 650 eine Ansicht in größerem Maßstabe zeigen. Die Befestigung des Schraubenschaftes in diesem Futter erfolgt in der Weise, daß der bereits mit einem Einschnitt versehene Kopf auf eine meißelförmige Schneide gesetzt wird, die sich am Ende eines Stempels befindet. Diese wird durch einen federnden Kniehebel, r—s, festgestemmt, so daß der Schraubstift nunmehr imstande ist, dem Schneidzeug Widerstand zu leisten. Das Schneidzeug, von welchem Abb. 651 eine Sonderansicht gibt, befindet sich in dem vordersten Lagerbock m (Abb. 648). Mittels eines Hebels d (Abb. 651) können die Messerhalter pp durch einen Druck mit der Hand weiter oder enger gestellt werden, um das Schraubengewinde bis zu der erforderlichen Tiefe in konischer Form einzuschneiden.



646. Gewindewalzmaschine von C. W. Hasenclever. (Zu S. 250 u. 252.)

Auch das fräsen (vergl. Abb. 643) findet in der Holzschraubenfabrikation Verwendung. Der vertikal von oben her eingeführte und durch Backen festgehaltene Schaft gelangt (Abb. 652) zwischen drei Walzenfräser, welche sich für sich schnell drehen und dabei, langsam im ganzen umgehend, gesetzmäßig, dem Gewindegange entsprechend, aufsteigen.

Eine Maschine zum schmieden der Holzschrauben ist von Bouchacourt & Delille in Fourchambault (Frankreich) erbaut worden. Dieselbe beruht ebenfalls auf dem Prinzip, den glühenden Bolzen zwischen Backen zu bearbeiten, während er entsprechend gedreht und vorgeschoben wird. („Zeitschrift für Werkzeuge und Werkzeugmaschinen", 1899, S. 306.)

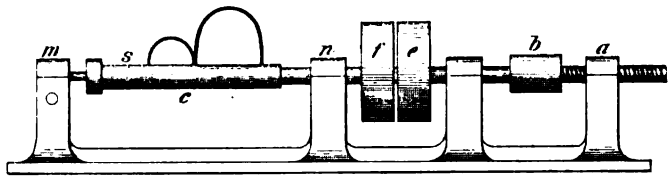
Die Gewindeformen sind recht verschieden. Zunächst unterscheidet man (Abb. 653 a und b) scharfes und flaches Gewinde, welche beiden Gattungen als Grenzen zu bezeichnen sind und namentlich in zwei Punkten wesentlich verschieden sind. Bei dem scharfen Gewinde wird der axiale Druck durch eine schräge, bei dem flachen durch eine zu dieser Druckrichtung senkrechte Fläche aufgenommen. Hieraus ergibt sich, daß die flachgängige Schraube besser zur Aufnahme größerer Pressungen geeignet ist, als die scharfgängige. Verfolgt man ferner bei beiden Schrauben den Umlauf, so findet man, daß bei gleicher Anhaftungsfläche des aufgewundenen Prismas die scharfgängige Schraube nur die halbe Ganghöhe der der flachgängigen besitzt, also für feine Stellungen geeigneter

Digitized by Google

ist und namentlich wegen des geringeren — halben — Steigungswinkels weniger Neigung hat, sich zurückzudrehen, sich zu lockern. Man verwendet daher das scharfe Gewinde mit Vorliebe zu Befestigungsschrauben und die flachgängige auch überall da, wo eine große Steigung erwünscht ist.

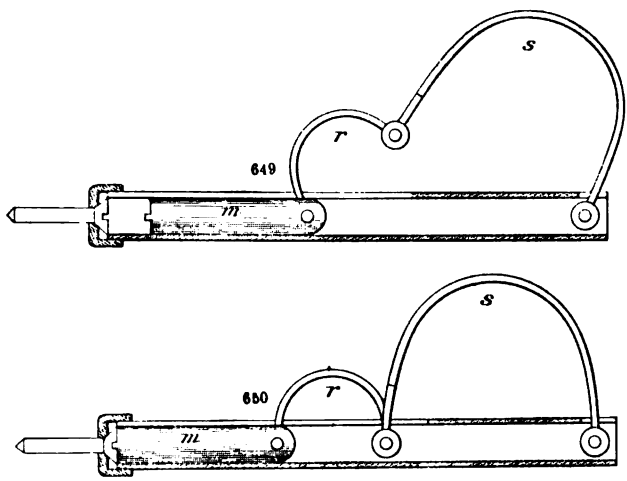
Bei der flachgängigen Schraube rundet man häufig die Kanten ab (Abb. 653 c), weil dieselben bei vielem Gebrauch störend sind und doch schon von selbst leicht verloren gehen. Diese Form findet man bei den Kuppelungsschrauben der Eisenbahnwagen. Der leichteren Reinhaltung halber geht man auch mit der Abrundung bis zum Halbkreis

647. Walzen zum gewindewalzen. (Zu S. 250.)



648. Schneidebank für Holzschrauben. (Zu S. 253 f.)

(Abb. 653 d) über und erhält so die rundgängige Schraube, welche weniger zur Aufnahme großer Pressungen als zum Transport geeignet ist und daher an Leitspindeln der Drehbänke gefunden wird. Da hier die Anhaftefläche des Prismas durch die Rundung vergrößert wird, kann man dieselbe, und damit die Steigung, etwas verkleinern. Die Schraube liegt also mit Bezug auf die Steigung, wie aus der Abbildung zu erkennen, zwischen der scharfgängigen und der flachgängigen. — Aus der ersteren erhält man durch abflachen der Kanten ein Gewinde, wie in der Abb. 653 e dargestellt ist, welches sich zu dem ersteren verhält, wie die abgerundete flache Schraube zur flachen; und diese führt zu einem sehr wertvollen Gewinde, dem Trapezgewinde (Abb. 653 f) über. Dasselbe vereinigt den Vorteil der geringen Steigung mit der Aufnahmefähigkeit für große Pressungen und ist daher überall da von Nutzen, wo die Steigung der flachgängigen Schraube zu groß ist und doch große Kraft geäußert werden soll, verbunden also mit feiner Einstellung. Die Trapezschraube wird daher gern für Walzwerke verwendet, wo es sich um genaue Einstellung handelt.



649 u. 650. Kopf zur Holzschraubenschneide. (Zu S. 254.)

Für hartes Holz kann man das gewöhnliche Gewinde (Abb. 653 g) verwenden. Dagegen liegt hier insofern eine Materialverschwendung vor, als bei dem scharfen Gewinde die Querschnitte der Bolzen- und der Muttergänge gleich sind und das Material doch außerordentlich verschiedene Festigkeit besitzt. Man verkleinert daher den Querschnitt des Bolzenganges zu gunsten des Mutterganges und gelangt so zu dem Holzschraubengewinde (Abb. 653 h und i).

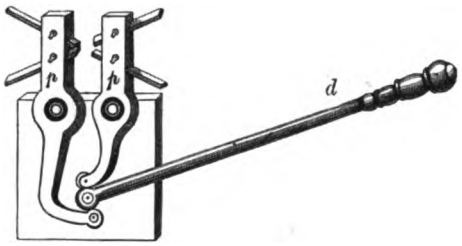
Die Maßverhältnisse der Gewinde lagen zuerst recht im argen; fast jeder hatte sein eigenes Gewinde. Solange die Maschinen meist an Ort und Stelle, also unter den Augen der Verfertiger, blieben, hatte dies keine besonderen Nachteile. Aber mit wachsendem Verkehr stellten sich die größten Übelstände heraus. Die neuen Muttern paßten nicht zu den alten Schrauben, weil die Gewinde nicht einheitlich bemessen waren; und wenn

Digitized by Google

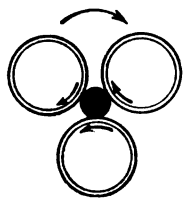
auch ſehr früh ſchon nach landesüblichem Längenmaß gearbeitet wurde, ſo war doch eine halbzöllige Schraube hier meiſt etwas recht anderes, als eine halbzöllige Schraube dort.

Der erſte, welcher hier Ordnung hineinbrachte, war der Engländer Whitworth (Abb. 654), und noch heute wird in aller Welt, wenn auch nicht durchaus, nach ſeiner Skala gearbeitet.

Joſeph Whitworth wurde 1803 in Stockport (England) geboren. Seit ſeinem 14. Lebensjahre in Fabriken beſchäftigt, gründete er 1833 eine kleine Werkzeug- und Werkzeugmaſchinenfabrik in Mancheſter, welche ſich bald, namentlich durch ihre Präziſionsleiſtungen, einen großen Ruf erwarb und in welcher auch das neue Schraubenſyſtem ausgearbeitet wurde. — Whitworth hat ſich auch mit Erfolg an der Geſchützfabrikation beteiligt, ſowie auch auf dem Gebiete der Stahlfabrikation hervorragendes geleiſtet. Er ſtarb im Jahre 1887.

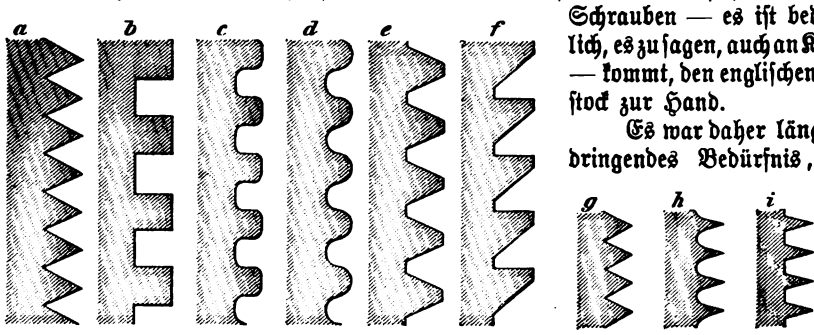


651. Stellbares Schraubenzeug für Holzſchraubenfabrikation. (Zu S. 254.)



652. Fräſen der Holzſchrauben. (Zu S. 254.)

Obwohl faſt jedes größere Land ſein eigenes Maßſyſtem hat — bekanntlich war es noch vor 50 Jahren weit vielſeitiger — arbeiten doch alle Fabrikanten für Gewinde nach engliſchem Maß. Von England kamen die erſten Maſchinen, und wer an ſolchen herumzubauen hatte, war gezwungen, das dort vorhandene Gewinde nachzuahmen. Und wenn auch unſer heimiſcher Maſchinenbau ſich längſt von dem engliſchen losgelöſt hat, ſo hat er doch den engliſchen Zoll für das Gewinde behalten; und dies ſogar auch, ſeitdem die verſchiedenen deutſchen Zolle dem Metermaß gewichen ſind. So arbeitet der deutſche Konſtrukteur nach dem mit Recht ſo beliebten Metermaß und nimmt, ſobald er an Schrauben — es iſt bedauerlich, es zu ſagen, auch an Kugeln — kommt, den engliſchen Zollſtock zur Hand.



653. Verſchiedene Gewindeformen. (Zu S. 255.)

Es war daher längſt ein dringendes Bedürfnis, hier Abhilfe zu ſchaffen. Die Amerikaner verſuchten zuerſt, ſich ein eigenes Syſtem (Sellers) zu ſchaffen, konnten aber nicht einmal für ſich eine Einheit erzielen. In Deutſchland haben ſich Reuleaux und der Ingenieur Delisle*) in Karlsruhe beſonders um dieſe Frage verdient gemacht, welchen Beſtrebungen ſich alsbald der Verein Deutſcher Ingenieure anſchloß. Auch in der Schweiz begann man dieſer Frage ernſthaft näher zu treten. Es bildete ſich dort ein „Aktions-Komitee zur Vereinheitlichung der Gewindeſyſteme und Lehren", welches zuerſt am 20. November 1897 in Zürich zuſammentrat. Dann folgte im Oktober 1898 in Zürich ein internationaler Kongreß, an welchem ſich auch der Verein Deutſcher Ingenieure beteiligte, vertreten durch die Ingenieure Bechſtein (Ludwig Löwe & Co.), Delisle-

*) In Amerika hat die zuſtändige Kommiſſion den Antrag eingebracht, daß vom 1. Juli 1900 ab das metriſche Maß eingeführt werden ſolle. Indeſſen iſt es nicht erſichtlich, ob auch das Gewindeſyſtem danach eingerichtet werden würde. (Mech. 1898. S. 227.)

Digitized by Google

Internationale Tabelle für die Steigung von Maschinenschrauben.
Zürich, 1898.

Durchmesser mm	Steigung mm	Durchmesser mm	Steigung mm	Durchmesser mm	Steigung mm
6	1,0	20	2,5	48	5
7	1,0	22	2,5	52	5
8	1,25	24	3	56	5,5
9	1,25	27	3	60	5,5
10	1,5	30	3,5	64	6,0
11	1,5	33	3,5	68	6,0
12	1,75	36	4	72	6,5
14	2	39	4	76	6,5
16	2	42	4 5	80	7
18	2,5	45	4,5	—	—

Karlsruhe, Lemmer-Braunschweig, Reinecker-Chemnitz und Peters-Berlin. Die vorstehende Tabelle gibt die Verhältnisse des dort geschaffenen sogenannten internationalen Gewindesystems an. Trotzdem ist eine völlige Einigung noch nicht erzielt, und selbst nach einer solchen wird es noch recht lange dauern, bis die Whitworthschraube verschwunden ist. Denn an eine Umänderung der einmal vorhandenen zahllosen Schrauben ist nicht zu denken, und auch Reparaturen werden nach dem bisherigen System ausgeführt werden müssen. Es handelt sich also zunächst nur um die Verwendung des neuen Systems bei Neubauten, und das alte System wird so lange bestehen bleiben müssen, bis die betreffenden Maschinen aufgebraucht worden sind.

654 Joseph Whitworth.

Der Winkel der Whitworthschraube ist durch Messungen auf 55° festgestellt worden. Es ist aber höchst unwahrscheinlich, daß der praktische Engländer einen für das Zeichnen so wenig zweckmäßigen Winkel gewählt haben soll. Die nächsten leicht zu findenden Winkel sind 60° — sofort mit dem Zeichnendreieck zu finden — und der Winkel von 53° 8 Minuten. Ersterer ist von Sellers angenommen worden, letzterer wird (Abb. 655) erhalten, wenn man ein Dreieck zeichnet, dessen Basis gleich der Höhe ist; und dies wird wohl der Whitworthwinkel sein.

Eine andere Schwierigkeit bei der Bemessung der Schraube liegt in der Genauigkeit der Arbeit. Reuleaux ließ bei verschiedenen als sorgfältig bekannten Fabriken Schrauben und Muttern nach einem aufgegebenen Maße anfertigen und konnte feststellen, daß die wenigsten durcheinander paßten. Abgesehen von der hier eben noch fehlenden genauen Kalibrierung dürfte noch folgender Umstand mitsprechen, welcher sich bisher der weiteren Beachtung fast vollständig entzogen hat. Es ist dies der Unterschied zwischen dem Bolzen und dem Gewindebohrer, und zwischen der Mutter und den Backen.

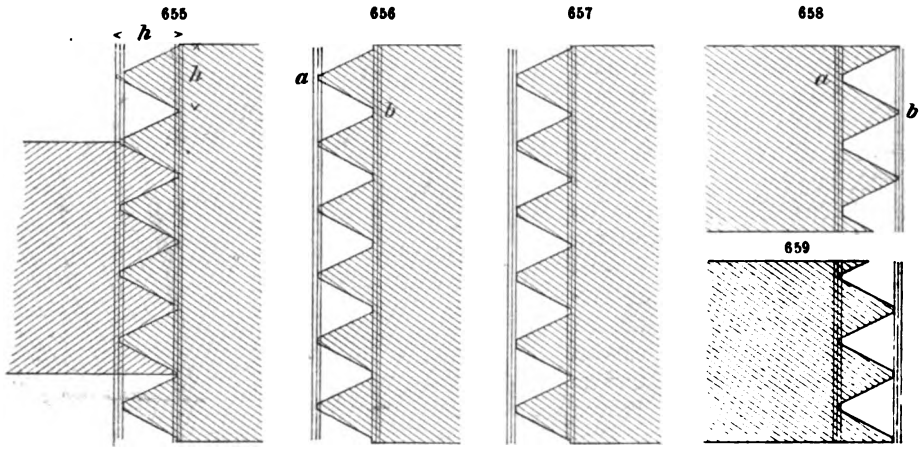
Abb. 655 stellt eine Schraube mit Mutter dar. Soll dieselbe gut laufen, so muß an den Kanten der Gänge ein Spielraum für den unvermeidlichen Staub u. s. w. geschaffen werden; die Schraubengänge müssen etwas niedriger sein, als die Muttergänge tief sind. Der Züricher Kongreß 1898 hat einen derartigen Spielraum angeordnet, um

Digitized by Google

Ungenauigkeiten der Ausführung und der Abnutzung der Werkzeuge Rechnung zu tragen; er ist auch aus anderen Gründen unbedingt notwendig, und auf seine Vernachlässigung ist ein großer Teil der Ungenauigkeit der Ausführungen zurückzuführen; und er ist es, der den beregten Unterschied zwischen den Schneidwerkzeugen erfordert.

Um die in der Abb. 655 gezeichnete Schraube herzustellen, braucht man Backen nach der Abb. 658, und für das schneiden der Mutter ist ein Bohrer nach der Abb. 656 erforderlich. Es darf also nicht, was heute vielfach geschieht, die Mutter mit einem Bohrer geschnitten werden, der mit demselben Schneidzeug geschnitten worden ist, mit welchem die Schraube geschnitten wurde.

Die heutige Praxis macht zwischen den Original- und dem gewöhnlichen Schneid- oder Gewindebohrer (Abb. 631 d u. c) den einzigen Unterschied, daß ersterer mehr Schneiden erhält und nicht hinterarbeitet ist, im günstigsten Fall etwas „abgespitzt" wird; er soll nur zum „nachschneiden der Backen" dienen. Der Originalbohrer muß aber nach der Abb. 657 geschnitten werden und tief ausgeschnittene Gänge haben, während der gewöhnliche Bohrer, der Mutterbohrer, nach der Abb. 656 zu schneiden ist und schärfere Kanten haben muß*).

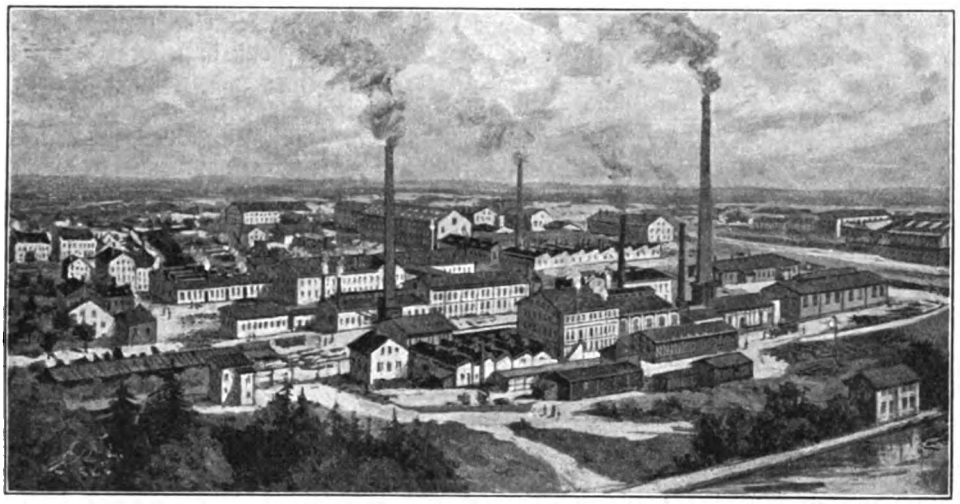


655 bis 659. Formen des Gewindeschneidzeugs.

Dies alles hat aber nur Bedeutung für den Schraubenfabrikanten. Für den Maschinenbauer, welcher seine Gewinde auf der Bank schneidet, genügt es, die Kanten der Spindel ablaufen zu lassen, und ebenso die der Muttergänge, wodurch der bewußte Spielraum, oft genug ohne Wissen und Willen des Drehers, von selbst entsteht; freilich müssen dabei die Durchmesser genau bemessen sein. — Schneidet**) man aber die für die Kluppe bestimmten Backen, welche nach der Abb. 658 geformt sein müssen, mit dem gewöhnlichen Mutterbohrer — der also scharfe Kanten hat und innen flach ist — a u. b der Abb. 656, so wird der Grund a der Backe (Abb. 658) spitz und die Schraube zu groß, ferner wird die Kante b der Backe (Abb. 658) zu stumpf und daher das Gewinde der Schraube nicht tief genug. Das erstere kann man besser durch nachträgliches bearbeiten oder durch Wahl eines kleineren Durchmessers des Eisens — man nimmt schwächeres Eisen und erhält ein unschönes Gewinde — erzielen, das letztere aber macht die Schraubengänge zu flach und läßt sich nicht bessern.

*) Siehe „Metrisches Gewinde", Zeitschr. d. Vereins Deutscher Ingenieure 1898. S. 1369.
**) „Stahl und Eisen", 1898. Seite 527.
***) Referent hat sich bereits im Jahre 1885 an die Firma Whitworth in dieser Angelegenheit gewandt.

Digitized by Google

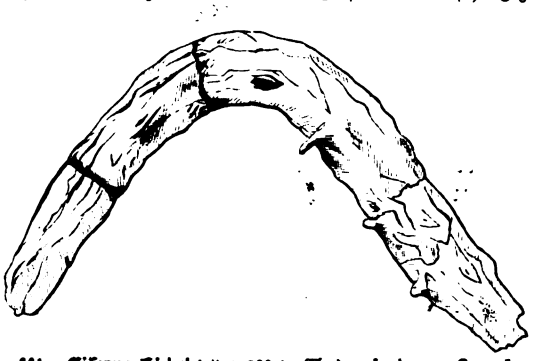


660. Fabrikanlage von J. A. Henckels in Solingen.

Die Herstellung der Klingen.

Das Messer.

Die Grundlage alles dessen, was wir „Klinge" nennen, ist das Messer, ein mit der Hand zu führender schneidhaltiger Körper, als welchen der Urmensch wohl die Muschel oder einen Steinsplitter verwendet haben mag. Spitze Formen werden der größeren Verwendungsfähigkeit wegen bevorzugt worden sein. Je nachdem nun solch Werkzeug mehr und mehr für Zwecke der Verteidigung und des Angriffes ausgebildet wurde, entstanden daraus der Dolch, das Schwert, der Spieß, oder rückwärts, für den Gebrauch in der Häuslichkeit die Sichel und die Sense, durch Gewichtsvermehrung das mehr zum hauen geeignete Beil und, wieder nach anderer Richtung entwickelt und wesentlich vervollkommnet, die Schere. Dazwischen liegen die außerordentlich verschiedenen Formen der eigentlichen Messer, nach Zweck und Gewohnheit gestaltet. Alle diese Objekte haben ihre Spuren aus grauer Vorzeit hinterlassen, teils in Kupfer und Bronze, teils in Eisen. Abb. 661 zeigt eine eiserne Sichel, welche von Belzoni unter den Füßen der Sphinx zu Karnak gefunden wurde, also so alt ist, wie diese. Sie muß vor der Invasion der Perser, also etwa vor 2500 Jahren, dorthin gekommen sein. Wie viele, viele Jahrhunderte vergangen sein mögen, bevor sich diese Form aus dem primitiven eisernen Messer entwickelt haben konnte, ist wohl nicht zu schätzen.



661. Eiserne Sichel (etwa 500 v. Chr.), gefunden zu Karnak.

Es ist hier nicht der Ort, auf alle die Funde einzugehen*), welche Alter und Entwickelung der Schneidwaren nachweisen. Nur sei dem Material noch einiges gewidmet. Handelt es sich um metallene Werkzeuge, so kann für die älteste Zeit nur Eisen oder Kupfer in Frage kommen. Schwer ist es, wie soeben angedeutet, zu entscheiden, welches das

*) Vergl. die eingehende Behandlung dieses Gebietes von Dr. Ludwig Beck, „Die Geschichte des Eisens".

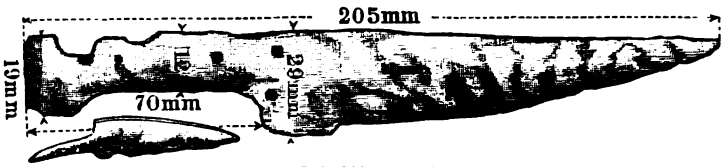
Digitized by Google

früher verwendete Metall gewesen sein mag. Vielleicht ist auch eine Gleichzeitigkeit anzunehmen. Kupfer findet sich gediegen vor. Es ist sicher, daß in solchen Gegenden dies bereits durch Steinschläge roh zu bearbeitende Metall sehr bald technische Verwendung fand, so daß dort das Eisen erst später in die Erscheinung trat. Dagegen wird wieder das Eisen in gleicher Weise an anderen Orten, an seinen Fundstätten, sich geltend gemacht haben, obwohl es nur selten, als Meteorstein, gediegen gefunden werden konnte.

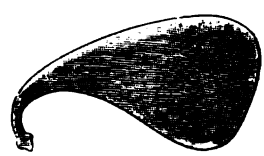
Ferner werden größere Stücken Kupfer selten gediegen gefunden, und es ist recht fraglich, was sich eher, selbst unter gleichen äußeren, das Vorkommen betreffenden Verhältnissen entwickelt haben mag: das schmelzen des Kupfers oder das reduzieren des Eisens aus seinen Erzen. Zu letzterem gehört nicht so viel. Schon der Blitzschlag konnte Waldholz entzünden, unter dem Raseneisenstein oder ein anderes zu Tage liegendes und leicht reduzierbares Erz sich befand, wodurch die erforderlichen Bedingungen gegeben waren. Und die Beobachtungsgabe des findigen Menschen konnte schon früh zur technischen Ausnutzung des zufälligen Vorganges führen. Dagegen erfordert das schmelzen von gesammelten Kupferstücken dazu geeignete Gefäße, und es ist recht unwahrscheinlich, daß solche so früh entstanden seien. Will man nicht eiserne Schalen voraussetzen, also dem Eisen die unbedingte Priorität geben, so muß man an Thon denken und annehmen, daß man schon damals imstande gewesen sei, das Feuer so zu leiten, daß es Kupfer in Thongefäßen schmelzen konnte. Dem gegenüber erscheint die mit den allereinfachsten Mitteln, einer mit Steinen ausgesetzten Grube, mit Eisenerz und Holz auszuführende Herstellung schmiedbaren Eisens zu einfach, als daß man es nicht als unter sonst gleichen Umständen älter ansehen müßte.

662. Eisernes Messer mit Ring zum aufhängen.

Lange Zeit sind diese beiden Metalle als Material für messerartige Werkzeuge nebenher gegangen. In der Odyssee (12, 173) wird von kupfernen Messern berichtet, und nach dem Homer fürchtete Antilochos, daß sich der über den Verlust seines Freundes Patroklos verzweifelte Achilles die Kehle mit dem Eisen durchschneiden möchte. Hiernach befestigt sich die Mutmaßung, daß man aus den seltenen Funden eiserner Gegenstände gegenüber den häufigen Kupfer- und Bronzefunden durchaus nicht darauf schließen darf, daß diese Metalle in ihrer Verwendung älter als Eisen seien. Alle die vielen Formen, welche der Sichel von Karnak vorausgehen mußten, vorausgehen in Bezug auf Verwendung und Technik, sie sind eben verzehrt von den Atmosphärilien, vergangen im Erdboden, und selbst jene Sichel konnte nur durch merkwürdigen Zufall erhalten bleiben.



663. Römisches Messer.



664. Römisches Rasiermesser.

Solange man nicht imstande war, regelmäßig und bewußt Stahl zu erzeugen, wird man geneigt gewesen sein, vielfach dem Kupfer den Vorrang zu geben vor dem nur wenig härteren leicht rostenden und unschönen Eisen. Stahl ist heute noch das kostbarere, und das, was damals an Stahl erzeugt wurde, floß sicher der viel begehrten Waffe, dem Schwerte, zu. Darum wurden die Panzer und Helme noch lange Zeit aus dem treibfähigen und dem Eisen ziemlich gleichwertigen Erz gefertigt, während die Waffen schon eiserne — einen Unterschied in der Bezeichnung zwischen Eisen und Stahl hat man damals nicht gemacht, wie noch heute vielfach als Stahl verkauft wird, was der Fachmann Eisen nennt — gewesen.

Digitized by Google

Ein recht altes Messer, wohl der älteste Fund dieser Art, ist in der Abb. 662 dargestellt, welches von Schliemann nach der sogenannten vierten Stadt, der vierten Gruppe Baureste auf dem alten Troja, gefunden worden ist. Dasselbe war offenbar mit einem Heft versehen, wie aus dem noch vorhandenen Nietrest zu erkennen ist; ein Ring diente zum aufhängen. Also wieder, wie jene Sichel, ein vorgeschrittenes Werkzeug, ohne weitere Spur der unendlichen Reihe seiner Vorgänger. Galten doch damals schon die griechischen Staaten Euböa, Böotien und Akarnanien bereits für alte Stätten der Eisenschmiede, waren doch Demosthenes und Sophokles Söhne von Messerfabrikanten.

Reichlichere Funde stammen aus der Römerzeit. Damals kannte man schon klar und scharf den Unterschied zwischen Eisen und Stahl, obwohl man noch keinen besonderen Namen dafür hatte: acies, eigentlich Schärfe, galt auch als die Bezeichnung für Stahl, den die Römer, wie die Funde beweisen, wohl aufzuschweißen verstanden. Doch wurde dies nur bei besonderen Werkzeugen geübt; die Messer bestanden noch vielfach aus Eisen. Es gab auch solche von mildem Stahl. Abb. 663 zeigt ein Messer mit Heft, 205 mm lang, welches auf dem Schillerplatze in Mainz ausgegraben worden und von Beck untersucht worden ist. Es nahm nach dem ablöschen Federhärte an. Auch Rasiermesser, natürlich guter Stahl, wußte man damals schon zu fertigen, wie solches in der Abb. 664 dargestellt ist.

Eine hochinteressante Fundstätte ist das Grabfeld von Hallstatt, welches im Jahre 1847 von der österreichischen Regierung unter der Leitung von Bergmeister Ramsauer systematisch aufgedeckt wurde. Dasselbe wies 993 Gräber auf mit 6084 Fundstücken, eine reiche Sammlung von Bronze- und Eisengegenständen.

665. Messer aus dem Grabfelde zu Hallstatt.

Das Alter dieser Fundstätte reicht weit über unser Zeitalter hinaus. Am meisten waren hier Messer vertreten, von 60—130 mm Länge und meist Sichelform (Abb. 665); dann Schwerter und mannigfache Werkzeuge, wie Feilen, Meißel, Zangen, und selbst ein Amboß. Die Verteilung von Eisen und Bronze stellte sich so, daß sich im ganzen — Erd- und Feuerbestattungen — 237 Waffen und Geräte von Bronze und 498 von Eisen gefunden haben.

Auch von unseren germanischen Altvorderen sind reichlich Spuren in dieser Richtung vorhanden; Basalt und Kieselschiefer waren die ersten Materialien für Gebrauchsgegenstände und vorzugsweise Feuerstein für Messer und Waffen.

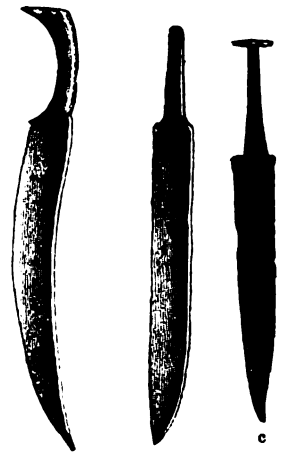
In den Hügelgräbern bei Massel in Schlesien fand man Steinwaffen, Kupfer- und Eisengeräte nebeneinander, erstere wohl den Ärmeren, letztere den Reicheren entstammend. Die älteste Waffe der Germanen waren der Speer, und das verbreitetste Werkzeug das Messer. Abb. 666 gibt drei verschiedene Formen des sowohl als friedliches Werkzeug als auch als Waffe dienenden kräftigen Messers; die ältere Form ist etwas rückwärts gebogen, während die Messer der späteren (merowingischen) Zeit gerade sind. War das Messer mehr Waffe, so führte es den Namen Sax, dasselbe diente auch als Wurfwaffe, der man sich lediglich durch geschicktes wenden erwehrte. Tacitus schildert den Schwerttanz der germanischen Jünglinge, bei dem sie sich zwischen den geworfenen Messern tanzend hin- und herbewegten. Bei größerer Länge 40—60 cm hieß das Messer Langsax, in schwereren Exemplaren Scramasax, welches, meist nur aus Eisen geschmiedet, also von jedem einfachen Schmied herstellbar, mehr durch die Wucht als durch die Schneide wirkte. Es war sowohl die Waffe des gemeinen Kriegers als auch die des Helden, welches er neben dem Schwert als Reserve führte. Als das berühmte Langschwert „Neglin" des Beowulf an dem steinharten Kopf des Drachen zersprang, da griff er zu dem an der Brünne hängenden „Walsax", der ihn zum Siege führte.

Die meisten Scramasaxe haben eine Rinne, die Blutrinne, welche sich noch an unseren heutigen Klingen findet. Der Zweck ist wohl kaum ein anderer als ein statischer.

Digitized by Google

Indem der Schmied die Rinne eintreibt, wird die Klinge breiter, ohne an Gewicht zu gewinnen. Eine Klinge mit solcher Rinne ist steifer, als eine solche ohne Rinne bei gleichem Gewicht.

Aus dem Scramasax entwickelte sich das einschneidige Schwert mit zweihändigem Griff, welches noch im 13. Jahrhundert geführt wurde. (Kaiser Otto in der Schlacht bei Bouvines.) Es war dies das eigentliche Schwert der Germanen. Auch das zweischneidige Schwert, die Spatha, war schon in sehr früher Zeit in Deutschland gebräuchlich. Doch scheinen die Germanen nicht lange vor ihrer Berührung mit den Römern damit bekannt worden zu sein. Aber sie war keine eigentliche germanische Waffe, sondern wurde zuerst von den Norikern*) geliefert. Aber es war dies nicht die von den Dichtern so viel besungene Waffe, welche die Germanen wahrscheinlich wohl von den benachbarten Völkerschaften kennen gelernt haben — die Wiege der Schwertschmiederei ist Damaskus, dann Spanien und die Lombardei — die sie aber der Sage nach schon früh selbst geschmiedet haben. Wer denkt dabei nicht an Wielands Mimung, Siegfrieds Balmung, Rolands Durnhard, den Argunwadel des Frithjof u. a., jene berühmten und vielfach besungenen Kunstwerke der alten Schmiede. Auch der Damast mit dem eigenartigen, das Material durchdringenden adrigen Gefüge war damals schon im Abendland bekannt. Abb. 667 ist ein altes deutsches oder römisches Damastschwert aus dem Museum zu Wiesbaden und Abb. 668 eine ähnliche Klinge aus dem Museum zu Mainz. — Die Abb. 669 u. 670 sind typische Formen alter deutscher Schwerter aus dem Museum zu Regensburg bezw. Mainz.



666. Altgermanische Messer.

667 u. 668. Alte römische oder deutsche Damastschwerter.

669 u. 670. Alte deutsche Schwerter.

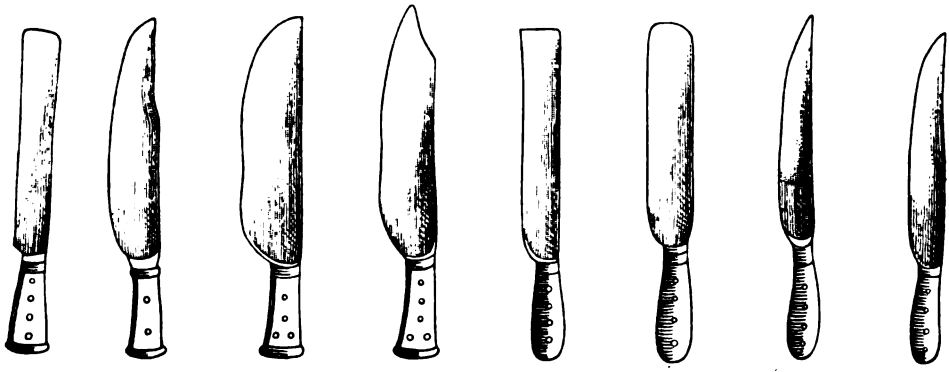
Das Wort „Messer" bedeutet ursprünglich nicht das, was wir heute darunter verstehen, sondern dürfte schon mehr jenem „Sax" genannten Universalinstrument entsprochen haben — Beck erinnert an das Wort „Messisax", welches Hieb- und Stichwaffe und wohl auch Brecheisen in einem Stück war, wie oben angegeben, ein ziemlich kräftiges Instrument. In Thalhofers Fechtbuch*) heißt es: „Das Messer ist länger als der Tegen (Dolch) und kürzer als das Schwert", was vollständig der Größe des Sax entspricht. Der Umstand ferner, daß die Messerer, eine alte, selbständige Zunft, schon im

*) Beck, I S. 715.
**) Beck, I S. 856.

Digitized by Google

14. Jahrhundert drei Schwerter in ihrem Innungswappen trugen, scheint darauf zu deuten, daß sie sich damals mit allen damaligen Schneideinstrumenten beschäftigten.

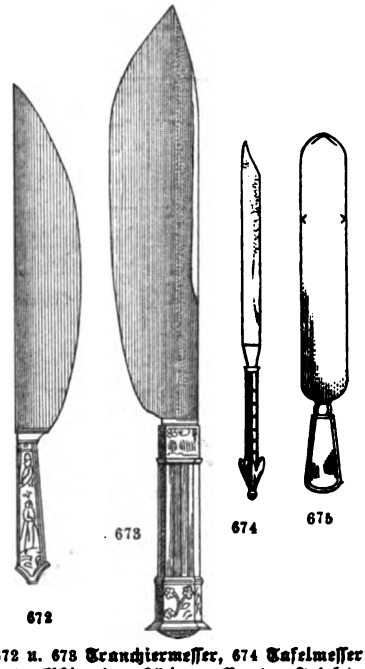
Der älteste „Mezzerer" findet sich 1285 in den alten Nürnberger Registern verzeichnet, Heinrikus Merndorfer mit Namen. Zu jener Zeit aber sind Messerer und



671. Italienische Messer (Ende des 16. Jahrhunderts). (Zu S. 264.)

Klingenschmiede noch getrennt gewesen. Denn in dem — geschriebenen — Polizeibuche von Nürnberg aus dem Jahre 1290 werden „vz den mezzeren zween maister, Merchlen den Hefner, vnd Otten den Movrolsteiner, vnd vz den chlingenschmiden zween, Friedrich den ufneschil vnd Heinrich den Schilcher" gewählt, um auf Durchführung der Bestimmungen zu achten. — Der Ausdruck Schwertfeger — in den lateinischen Schriften gladiatores — dann swertunger — findet sich zur selben Zeit in den Urkunden, z. B. 1285: Cunrad, genannt Putersahl.

Die damaligen polizeilichen Verordnungen machten es den Messer- und Klingenschmieden zur Pflicht, nur gut gestählte Ware zu fertigen und zu verkaufen. Es mußten Zeichen geschlagen werden, so daß der Käufer imstande war, sich event. an dem Fertiger für schlechte Ware schadlos zu halten. Die meisten Städte hatten Schaumeister ernannt, welche die Arbeiten zu prüfen und mit ihrem besonderen Stempel zu versehen hatten.



672 u. 673 Tranchiermesser, 674 Tafelmesser, 675 Fisch- oder Küchenmesser (15. Jahrh.). (Zu S. 264.)

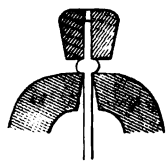
Wie alle Handwerkszweige, so hatten auch die Messerschmiede ihre Privilegien. Um die Mitte des 14. Jahrhunderts bestanden im römischen Reiche vier Bruderschaften, von welchen alle Streitigkeiten, welche von den Innungen selbst nicht geschlichtet werden konnten, entschieden wurden. Diese Bruderschaften hatten in Augsburg, München, Heidelberg und Basel ihren Sitz. Leider sind von den Satzungen nur noch Bruchstücke erhalten. In Freiberg i/S. durfte im 15. und 16. Jahrhundert niemand messerschmieden, der nicht zünftig gelernt hatte. Das Meisterrecht vererbte sich auf den jüngsten Sohn. Die Innung nahm keine unehelichen Lehrlinge auf. Kein Meister durfte dem anderen einen „knecht" entfremden. — Niemand durfte fremde Messer feilhalten außer am Jahrmarkt oder zum Ablaß. In Freiburg durfte eigentümlicherweise weder Meister noch Geselle für einen unbekannten Mann ein Stück arbeiten. Auch den ansässigen Bürgern durften sie nicht mehr als jährlich je ein großes und zwei kleine Messer machen, und ledigen Gesellen durfte bei Strafe weder eine große noch eine kleine Klinge geliefert werden.

Digitized by Google

Alle diese Bestimmungen werden ihren wohlüberlegten Grund gehabt haben, den damaligen Verhältnissen entsprechend. Vieles paßt heute nicht mehr. Manches wäre heute noch gut, wie die Kontrolle und Stempelung der Ware, und die Entfremdung der Arbeiter.

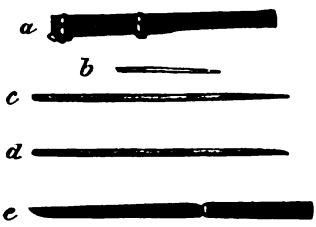
Die Form des eigentlichen Messers war schon früh die heutige. Abb. 671 zeigt 8 verschiedene Formen italienischer Messer aus dem Ende des 16. Jahrhunderts, sämtlich mit angenieteten Schalen. Daß man damals auch schon geschmackvollere Muster zu schaffen verstand, zeigen die in den Abb. 672 u. 673 dargestellten zwei Tranchiermesser aus dem 15. Jahrhundert; 674 ist ein Tafelmesser und 675 ein Fisch- oder Küchenmesser aus derselben Zeit.

676. Verstählen.



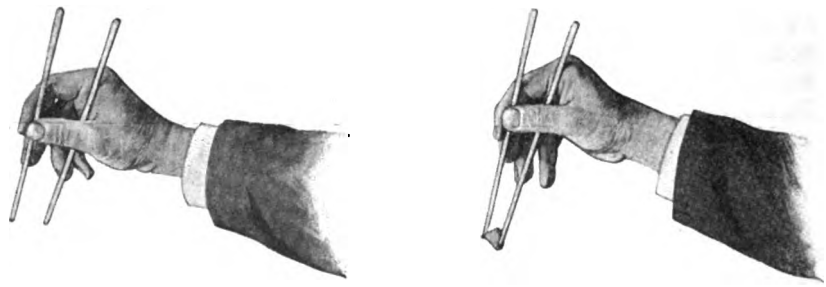
677. Aufsetzen des Bundes.

Die Herstellung der Klingen geschah im Mittelalter auf folgende Weise: der Schmied fertigte sich aus einem Stück flachgeschmiedeten Stahl eine Rolle, in welche er (Abb. 676a) das Ende einer runden Eisenstange steckte, die er dann mit dem Ring zusammenschweißte. Aus der Stelle, wo der Ring zusammenstieß, quoll das Eisen (Abb. 676b) heraus, während die entgegengesetzte Seite eine größere Masse Stahl enthielt, aus der die Schneide, herausgearbeitet wurde. Die eigentliche Klinge (Abb. 676c) wurde dann aus dem verstählten Stück gemacht; da, wo der Stahl aufhörte, begann das Heft. Mit Hilfe eines flachen Locheisens und des Schraubstockes wurde dann (Abb. 677) der Bund angestempelt, worauf die spitze Erle oder, wenn Schalen angewendet werden sollten, die flache Angel fertig ausgeschmiedet wurde.



678. Chinesisches Eßbesteck.
a Etui, b Zahnstocher, c u. d Eßstäbe, e Messer.

Gabeln kamen erst spät in Gebrauch; man bediente sich bis in das Mittelalter hinein des dem Menschen von der Natur mitgegebenen fünfzinkigen Instrumentes. Die ersten künstlichen Gabeln waren zweizinkig und dienten als Bratengabeln, also nur zum vorlegen. Die Chinesen bedienen sich heute noch zweier knöcherner Stäbe, welche sie mit großem Geschick zu handhaben wissen. Abb. 678 zeigt ein chinesisches Eßbesteck, welches an Ort und Stelle in den 60er Jahren erstanden ist, und Abb. 679 die Handhabung. — Gabeln im



679. Handhabung des chinesischen Eßbestecks.

modernen Sinne waren in Frankreich im 16. Jahrhundert selbst bei Hofe noch neu. In England fanden sie noch später Eingang. Thomas Coriate*) war der erste, welcher im Jahre 1608 die aus Italien stammende Sitte des Gebrauches der Gabel in England einzuführen versuchte, aber auf Spott und Hohn stieß. Auch in den anderen Ländern führte sie sich nur schwer ein; in Spanien wird sie von den geringeren Ständen heute noch verschmäht. In Deutschland gehörte noch im 16. Jahrhundert zum Meisterstück des

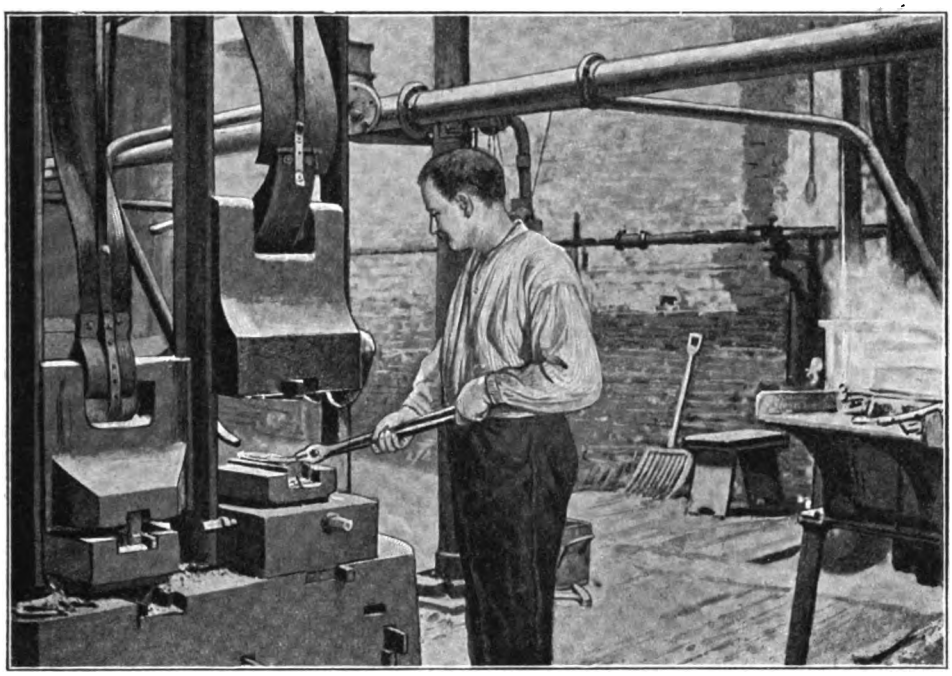
*) Beck, I. S. 478.

Digitized by Google

Messerschmiedes ein Tischfutteral von 12 Messern und einer Gabel, nebst einem Wetzstahl. Es ist anzunehmen, daß auch diese Gabel mehr zum vorlegen als zum Gebrauch in unserer heutigen Weise diente.

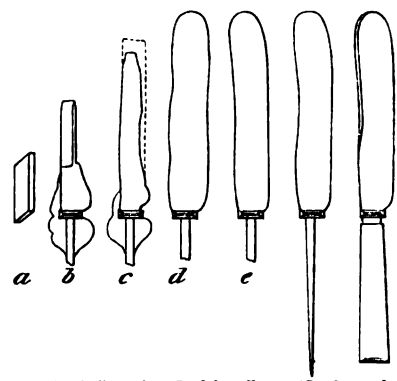
Das Material der heutigen Messer, bezw. der Klingen derselben richtet sich nach dem zu schneidenden Material.

Mit Vorliebe braucht man nach uraltem Vorgange heute wieder Bronze für Obstmesser. Das Hauptmaterial aber ist der Stahl. Und da es sich überaus selten lohnt, die nicht schneidenden Teile des Messers aus einem anderen Material zu fertigen, weil das anfügen desselben (vergl. Abb. 676) mehr Kosten verursachen würde, als der Unterschied im Materialienpreis beträgt, so begnügt man sich in den meisten Fällen damit,



680. Doppelfallwerk zum schlagen grober Scheren.

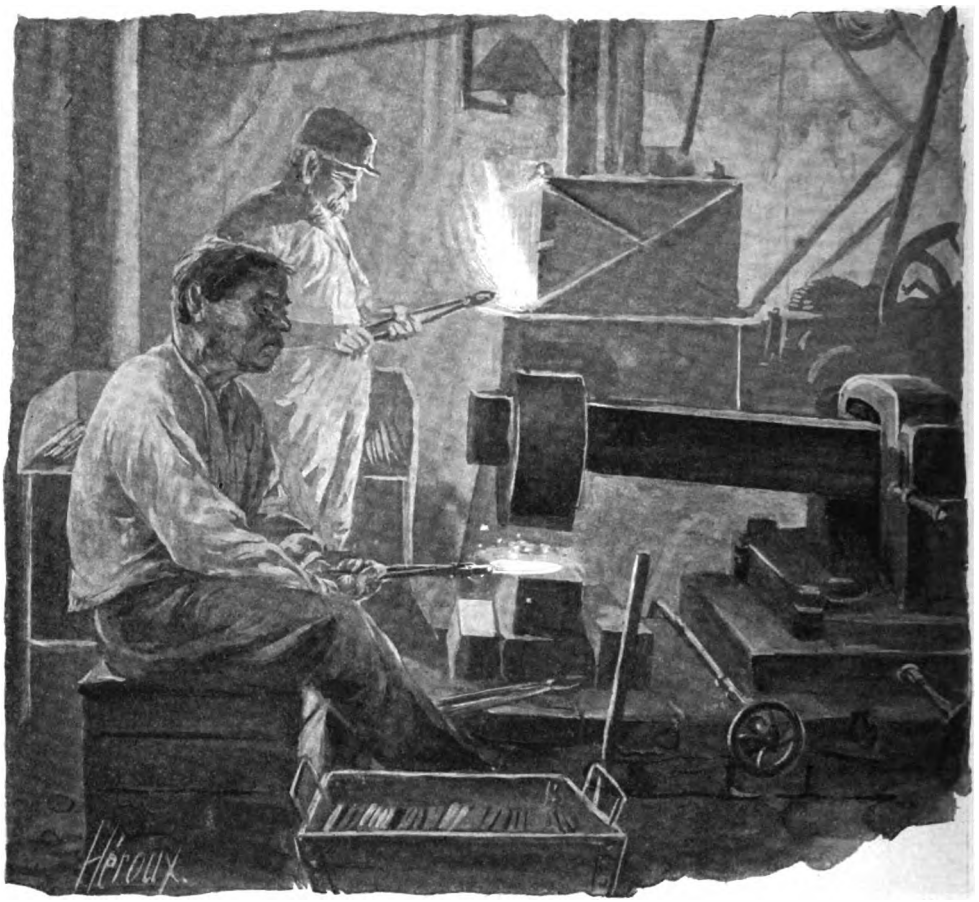
diese anderen Teile zu beschränken: anstatt des massiven Griffes, wie er noch vor kaum zwei Jahrzehnten wieder modern geworden ist, reckt man diesen Teil des Messers zu einem feinen Stab, der Angel oder, für größere Messer, Erle aus und versieht diesen mit einem der Hand angenehmeren und leichteren Material, dem Griff oder der Schale, oder macht ihn hohl, oder aber setzt ihn, wie bei dem Taschen- und Rasiermesser, beweglich an. Es ist also die Klinge, welche uns zunächst hier beschäftigt.



681. Herstellung des Tafelmessers. (Zu S. 266 f.)

Früher, vor allgemeiner Einführung des Gußstahles zur Fabrikation der Messer, also vor kaum 15 Jahren, war der Raffinierstahl das Hauptmaterial für die Klingen. Derselbe ist nicht so schön homogen, wie unser heutiger Massenstahl, aber gerade dies gereichte ihm im Gebrauch zum Vorteil: die Schneide eines aus Raffinierstahl gefertigten Messers gleicht, mikroskopisch gesehen, einer Säge, während der homogene Gußstahl um so mehr eine gerade Linie ergibt, je

Digitized by Google



682. Schmieden der Klingen unter dem Schwanzhammer.

besser er ist. Aber die Säge gibt den Schneid, und die Hausfrau benutzt noch heute gern die alten abgenutzten, schmal und dünn gewordenen Messer mit dem sehnigen Gefüge. Hat man doch neuerdings*) Messer, bei denen es besonders auf Schneidfähigkeit ankam, wie Bratenmesser, aus Damaststahl gefertigt, welche, mit dem Wetzstahl behandelt, vorzügliche Resultate geben.

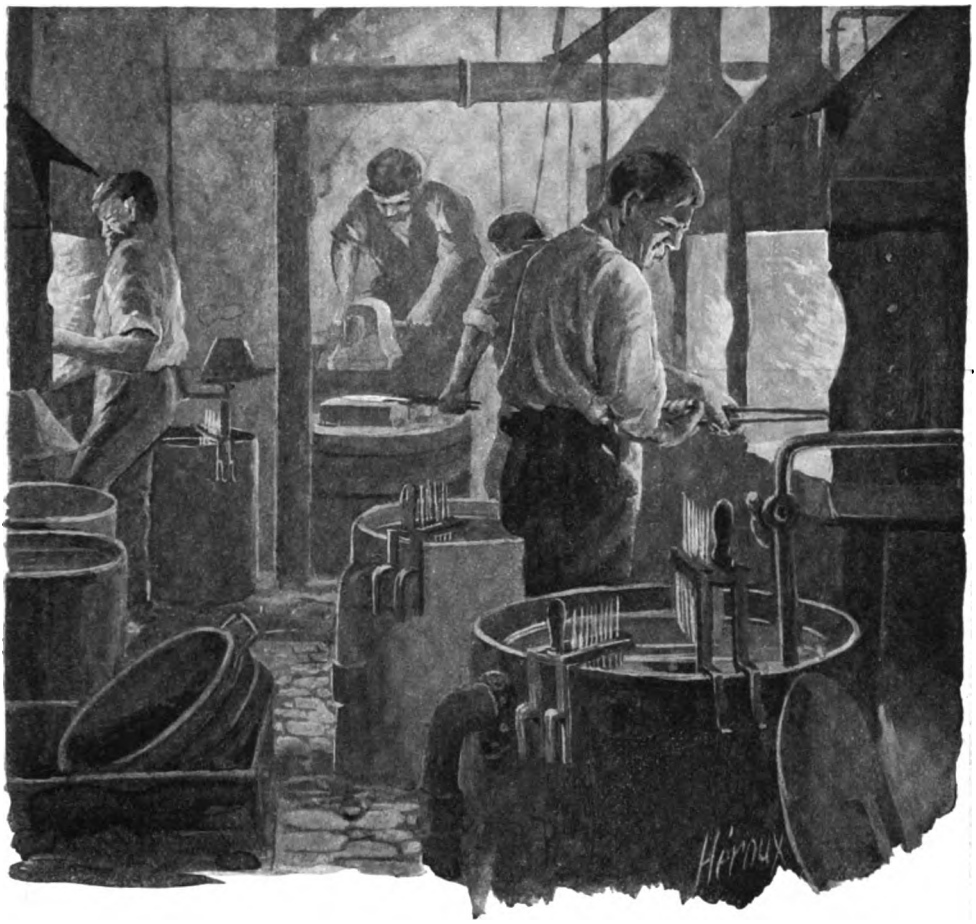
Die Herstellung der Klinge kann auf zweierlei Weise erfolgen: durch ausrecken aus einem Stab oder durch ausstanzen aus Blech. Im großen und ganzen wird der erste Weg für große und der letztere für kleine Klingen eingeschlagen, unabhängig von den besonderen Formen derselben.

Das ausschmieden, welches früher ausschließlich von Hand, nach echter und rechter Schmiedeweise, geschah, ist heut in der Regel mindestens für die erste Formgebung dem Schlagwerk übertragen; eine Ausnahme wird später besprochen werden.

Abb. 681 zeigt die Form und Herstellungsfolge des gewöhnlichen Tafelmessers. Das gut warmgemachte Rohstück (a) wird hochkant auf das Untergesenk gelegt und erhält auf irgend eine Weise die Pressung: das Obergesenk wird, genau geführt, aufgetrieben, und zwar entweder nach alter Manier als Stielgesenk mit dem Hammer, oder unter dem uns bereits mehrfach bekannt gewordenen Fallwerk. Es wird dadurch nur der untere

*) Nach dem Vorschlage des Referenten, der schon seit längerer Zeit diese schöne Eigenschaft des Damaststahles zu dem angegebenen Zwecke benutzte.

Digitized by Google



688. Richten und härten der Klingen.

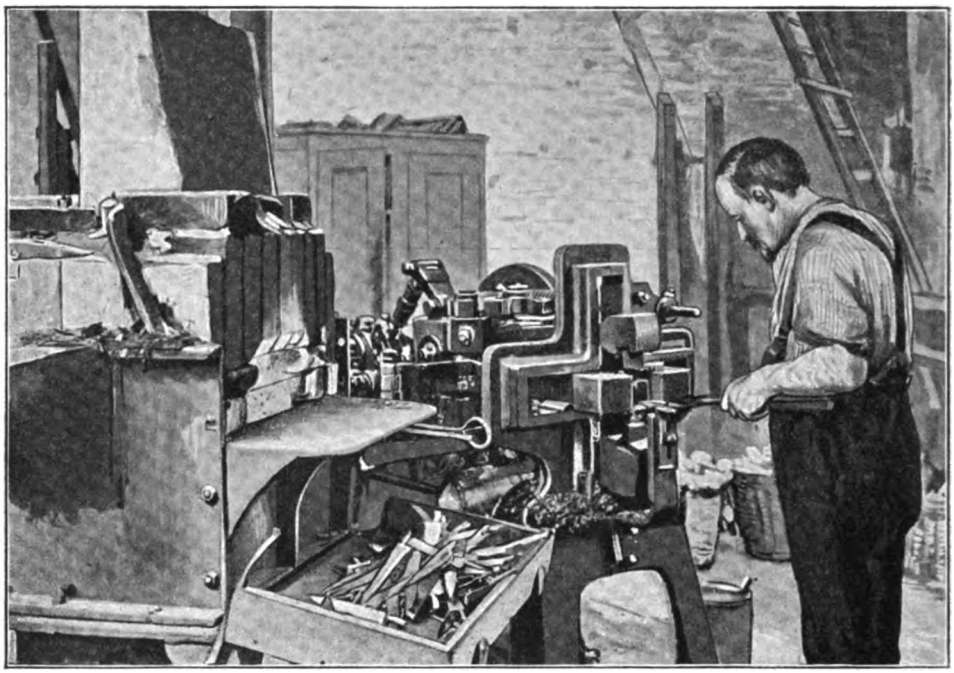
Teil des Messers gebildet; der später zur Erle (Angel) auszureckende Stift (Abb. 681 b bis c) und der Bund, welcher bekanntlich den Zweck hat, das Messer auf den Tisch legen zu können, ohne daß die event. nicht mehr saubere Klinge das Tischtuch berührt. Nunmehr wird die Klinge gereckt. Wohl wäre es möglich, auch diese zu schlagen — es geschieht dies auch in besonderen Fällen — aber man zieht es vor, hier die alte Methode beizubehalten. Das ausschmieden übt einen sehr wohlthätigen Einfluß auf den Stahl aus, und man verzichtet bei elastischen Klingen nicht gern darauf.

Dasselbe geschieht in zwei Perioden: vorschmieden und fertigschmieden. Das erstere ist gewöhnliche Reckarbeit und wurde früher nur von Hand geliefert. Dann trat der mechanische Hammer irgend einer Konstruktion, vor allem der Schwanzhammer (Abb. 682), ein, und heut ist es ein sonderbares Ding, der Vierhammer (Abb. 684), welcher diese Arbeit übernimmt. Derselbe besteht aus vier kleinen und einander gleichen Hebelhämmern, von denen zwei sich um eine horizontale und zwei sich um eine vertikale Achse drehen, und von denen jeder, so zu sagen, den Amboß des gegenüberliegenden bildet. Ihre Arbeitsweise unterscheidet sich indessen von der des gewöhnlichen Hammers durch den an sich begrenzten Hub. Der Hammer darf hier nicht so weit in das Material eindringen, wie es die Wucht seines Schlages vermöchte, er darf das Material nur bis zu einer festgelegten Grenze zusammendrücken, die ihm (Abb. 685) durch Anschläge geboten wird, welche an der Bahn — oder sonst in zweckentsprechender ähnlicher Weise — gegeben sind. So verhindert der

Digitized by Google

Vorsprung a der genannten Abbildung, daß die Klinge dünner wird, als er selbst hoch ist, und ebenso die Knagge b (Abb. 686), daß die Breite der Klinge geringer wird. Die Arbeit geht an diesen Hämmern mit außerordentlicher Geschwindigkeit vor sich: der Arbeiter schiebt das Rohstück hinein und zieht es ebenso schnell wieder zurück, um die gewünschte Form zu erhalten. Der Hammer liefert über 3000 Stück den Tag.

Es folgt nun das fertigschmieden. Dasselbe hat, wie oben bemerkt, den Zweck, die Klinge auf die richtige Dicke und Schärfe zu bringen und derselben die erforderliche Elastizität zu geben. Sie wird daher wieder gut rotwarm gemacht und dann durch schnelle Schläge bearbeitet, welche bis über das schwarzwerden hinausdauern. Je schneller diese Schläge fallen, desto besser ist die Wirkung. — Hier hat die Handarbeit schon längst nicht mehr genügt, und seit langer Zeit ist der Schwanzhammer, besonders schnell gehend, hierfür eingetreten.



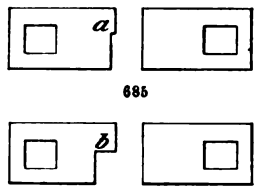
684. Vierhammer. (Zu S. 267.)

Die auf dem Gebiete der feinen Schneidwaren weltberühmte Fabrik von J. A. Henckels in Solingen (s. Titelbild) hat hierfür einen eigentümlichen Hammer geschaffen, der jenen alten und bei den Hammerschmieden immer noch so beliebten Schwanzhammer ersetzt und die Tugenden desselben mit Vorzügen vereinigt, welche die moderne Fabrikation nicht missen kann. Die Tugenden liegen in der außerordentlichen Schlaggeschwindigkeit, welche erforderlich ist, um dem Stahl die Wärme möglichst lange zu erhalten, der Abkühlung entgegenzuarbeiten, sowie, hier allerdings unwesentlich, in der leichten Zugänglichkeit. Die durch die Henckelsche Verbesserung hineingebrachte Anpassung an die heutigen Anforderungen der Messerschmiede bestehen in dem wesentlich solideren Bau und in der rationellen Verwendung der Federkraft. Diese liegt beim alten Hammer im Stiel, dem Helf, und ist bei dem neuen (Abb. 687) in ein besonderes Zwischenorgan eingeschaltet, den exzentrisch gelagerten und durch das Schneckenrad b bethätigten Hebel g, dem man allerdings die Feder nicht ansieht. Dennoch ist dasselbe imstande, die Wucht des emporgeschleuderten Hammerkopfes aufzunehmen und nach unten hin zurückzugeben. Es sind harte Schläge, die dieser Hammer macht, und deren viele, bis 500 in der Minute, auf

Digitized by Google

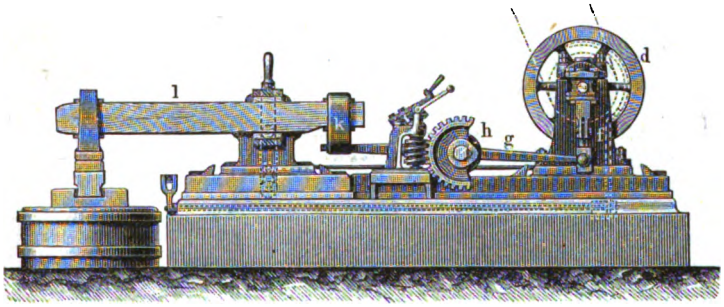
dünnes, prellendes Material, und betäubend ist der Lärm, den die in großer Anzahl in einem Raum vereinigten Hämmer machen. Aber schnell und sauber ist auch die Arbeit, welche der Hammer liefert, und vorzüglich die dadurch bewirkte Elastizität der Klingen.

Um der Klinge die genaue Form zu geben, wird sie nunmehr in den „Schnitt" gebracht, eine Presse, wie in der Abbildung 688 angegeben, welche mit einer Formschere ausgerüstet ist, d. i. eine untenliegende Stahlplatte, welche genau in der Form der fertigen Klinge ausgearbeitet ist, und ein dazu passender, ebenfalls mit scharfen Kanten versehener Stempel, wie wir beides in mannigfachster Form auf dem Gebiete der Kleineisenindustrie vorfinden. Die Einrichtung solcher Pressen ist derart, daß zwar die Welle derselben nach dem ingangsetzen dauernd umgeht, nicht aber der Stempel regelmäßig dessen Bewegungen folgt. Letzterer geht nur dann hinab, um seine Arbeit auszuführen, wenn es der Arbeiter will, d. h. wenn derselbe die Klinge in die richtige Lage zum Schnitt gebracht hat, ein Druck mit dem Fuße auf einen Hebel — und eine Sekunde später ist der Schnitt fertig; der Stempel ist in seine obere Lage zurückgekehrt und harrt dort weiterer Befehle.



685 u. 686. Bahnen des Vierhammers. (Zu S. 267 f.)

Nun kommt das andere Ende, die Erle oder Angel, an die Reihe. Es ist eine Art feiner Reckarbeit, welche an die Nagelschmiede erinnert, die vorgenommen werden muß, um aus dem stiftförmigen Ende c, d oder e der Abb. 681 die unter f gezeichnete lange Spitze herauszuziehen. Dabei wird auf Glätte nicht nur nicht gesehen, sondern sogar eine besondere Weitläufigkeit des Schlages angestrebt, um die Erle recht uneben zu gestalten. Ihr Zweck ist ja bekanntlich, in das Heft gesteckt und dort durch Harz, Schwefel, gegossenes Metall oder ähnliche Körper befestigt zu werden; je unebener die Oberfläche ist, desto besser wird dieser Zweck erfüllt. Auch hier wendet man in der Neuzeit den Vierhammer an, der bei schnellem Durchziehen des Rohrstückes in erstaunlich kurzer Zeit diese Aufgabe löst.



687. Henckels' Schwanzhammer.

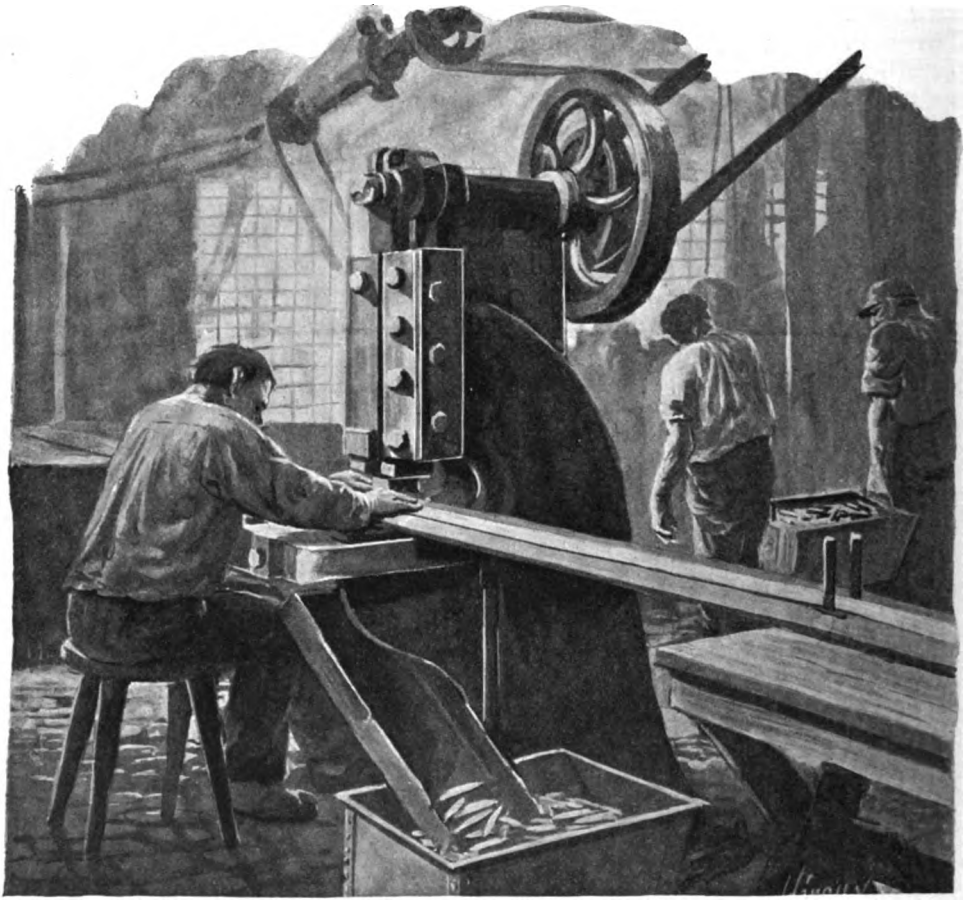
Nachdem so die äußere Gestaltung der Klinge nebst Zubehör vollendet worden ist, kommt die innere Gestaltung zur Behandlung; der ungehärtete Stahl ist zu weich. Die Klingen werden daher, der Natur des betreffenden Stahles entsprechend, mehr oder weniger gut rotwarm gemacht, in Fett oder in einer anderen Härteflüssigkeit abgelöscht und dann in einer über einem Feuer sich drehenden Trommel nachgelassen. Hierdurch wird der spröde, oft glasharte, dem Härtetrog entnommene Stahl milde und federnd, wie wir es bei der Klinge wünschen.

Dem härten folgt das schleifen. — Wir betreten einen großen Arbeitsraum, in welchem eine größere oder kleinere Zahl Schleifsteine, von Wasser benetzt, umlaufen, und gegen welche (Abb. 689) die Arbeiter die Klingen halten. Ein mächtiges, grobes Werkzeug — und eine feine Arbeit, bei welcher lediglich das Gefühl die Richtschnur abgibt. Ein merkwürdiger Gegensatz: die meist abgehärteten Menschen, gewohnt, im Schmutz zu stecken — ihr Gewerbe läßt Sauberkeit nicht zu — und auch meist mit rauhen Manieren, denen die Feinfühligkeit in ästhetischer Beziehung oft sehr fern liegt, und dabei

Digitized by Google

wieder jene körperliche Feinfühligkeit in den Händen, welche allein den sauberen Schliff ermöglicht. Der Schleifer sieht nicht, was er macht, er sieht nur, was er gemacht hat, und ändert danach, immer dem Gefühl folgend, Druck und Haltung der Klinge gegen den Stein.

Diese Schleifarbeit birgt so manche Gefahr in sich. Zunächst ist es die dauernde Nässe, welche den Arbeiter während der ganzen Arbeitszeit umgibt und im Winter in den oft wenig geschützten Räumen, den Schleifkotten, in ihrer gesundheitsschädlichen Wir-



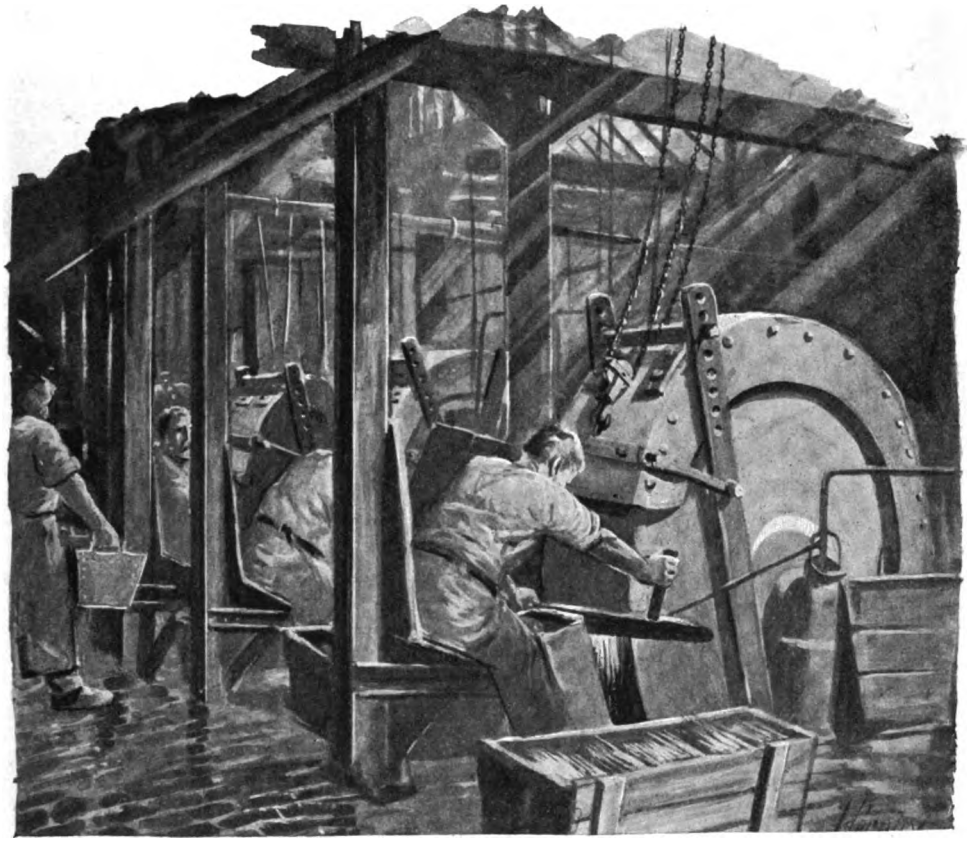
688. Das ausschneiden der Klingen. (Zu S 269.)

kung verschärft wird. Dann erfordert die Arbeit insofern Vorsicht, als die zu schleifende Klinge durch den Stein leicht mitgerissen wird und so Verletzungen bewirken kann. Endlich liegt die große Gefahr des platzens des Schleifsteines vor, namentlich, wenn derselbe nicht ganz rißfrei ist. Die Umfangsgeschwindigkeit solcher oft $2^1/_2$ m im Durchmesser haltenden und ziemlich schnell umlaufenden Steine ist recht bedeutend und imstande, ein auseinanderreißen, fälschlicherweise „Explosion" genannt, zu bewirken. Das Gesetz schreibt daher einen Schutz schnelllaufender Steine gegen die Wirkung solches zersprengens vor. Die Abb. 689 u. 690 zeigen uns solche, durch eine abnehmbare eiserne Gürtelung geschützte Steine. Die der Abb. 690 läßt den Stein an zwei Stellen frei: vorn, bei a, an der gewöhnlichen Arbeitsstelle (vergl. Abb. 689), und oben, bei b, wo das abziehen, das feine nachschleifen nach dem eigentlichen schleifen, erfolgt. Die — der Firma Fr. Aug. Göbel in Solingen patentierte — Vorrichtung gestattet, die Arbeitsstelle durch aus-

Digitized by Google

wechseln der oberen Schutzplatten gegen die etwas niedriger liegenden zu verlegen, wenn der Stein genügend weit abgearbeitet worden ist.

Das „naßschleifen" wird überall da geübt, wo es sich um Wegnahme großer Partien oder um Bearbeitung größerer Flächen oder um solche von gehärteten Gegenständen handelt, weil die beim trockenschleifen sich entwickelnde Wärme dem Stahl die Härte nimmt. Die zum „trockenschleifen" verwendeten Steine sind wesentlich kleiner, oft von der Größe der Plieẞscheiben, und laufen entsprechend schnell um. Sie werden da verwendet, wo der grobe Naßschleifstein nicht hinkommt, wie bei Profilen, zum ausputzen der Bunde und sonstigen Ecken. — Wenn schon das trockenschleifen nicht die oben geschilderten Unannehmlichkeiten für den Arbeiter mit sich bringt, so ist es doch wieder durch



689. Schleifen der Klingen. (Zu S. 269 f.)

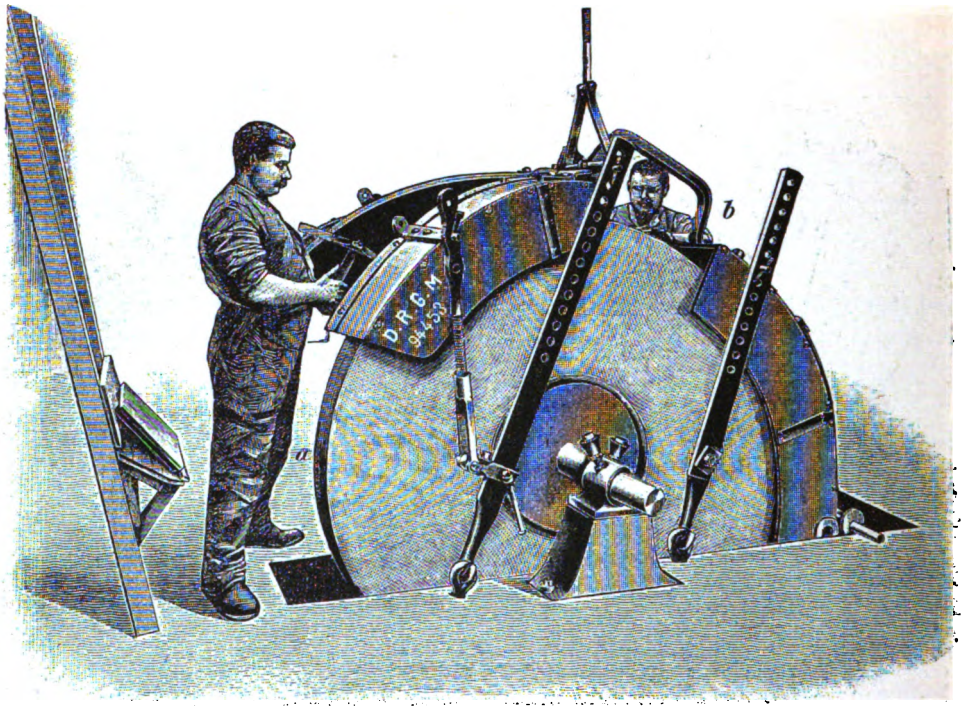
die Staubbildung recht gesundheitsschädlich. — Der trockene Schleifstein wird zur Zeit vielfach durch die Schmirgelscheibe ersetzt.

Dem schleifen folgt das plieẞen (plieſten) und polieren. Beides geschieht auf schnell umlaufenden hölzernen Scheiben, auf deren hohe Kante ein mit Schmirgel oder Polierrot beleimter Riemen befestigt ist. Je nach dem Grad der Feinheit des Schmirgels, der mit Öl aufgegeben wird, unterscheidet man grob- und feinplieẞen; die letzten beiden Stufen nennt man blau und braun. Einen noch höheren Glanz erhält man durch das polieren, welches nur bei ganz feinen Klingen Verwendung findet. Hierzu dient das Polierrot mit verdünntem Spiritus. Die hierfür bestimmten Scheiben laufen wesentlich langsamer um. Das grob- und auch noch das feinplieẞen gilt der Materialentnahme, das blau- und das braunplieẞen, sowie die eigentliche Politur, gelten lediglich der Oberfläche.

Digitized by Google

Die bisher beschriebene Form der Klingen setzt, wie oben angedeutet, voraus, daß sie mit besonderen Griffen, Heften, versehen werden sollen, um eine bequeme Handhabung zu ermöglichen.

Die Herstellung der Hefte richtet sich nach dem hierzu bestimmten Material. Meistens sind es edle Holzarten, hartes Obstbaumholz, Erle, Ebenholz, auch vielfach in Kalkwasser gebeiztes Rotbuchenholz; dann Elfenbein, Knochen, Celluloid, und endlich verwendet man auch Hohlgriffe von Metall. — Soweit diese Stoffe — abgesehen von den metallenen Hohlgriffen — der Form oder wegen anderer Ursachen nicht von Hand bearbeitet werden müssen, werden sie in passende Stücke zersägt und auf der Kopierbank in einem Zug, bis auf die Behandlung der Oberfläche, fertig gestellt. Solche Kopierbank ist (Abb. 691) eine



690. Geschützter Schleifstein. (Zu S. 270.)

wie gewöhnlich mit einem durch eine Spindel a verschiebbaren Support versehene Drehbank, zwischen deren Spitzen eingespannt das Drehstück umläuft. Statt des Drehstahles dient ein schnell rotierender Fräser b mit sehr scharfen Schneiden. Dieser Support — Stahl- oder Fräserhalter — hat neben seiner gleichförmig fortschreitenden Bewegung noch eine solche vertikal zum Bett der Bank, welche durch ein Modell c geregelt wird. Er wird durch eine Gewichtschnur stets gegen dies Modell gedrückt, durch dieses selbst aber, welches genau wie der zu liefernde Körper geformt und in der Zeichnung mit Absicht recht unrund dargestellt ist und gleichmäßig mit dem Drehstück umläuft, abgedrückt. Der Fräser macht also oben dieselben oder mathematisch ähnliche Bewegungen, wie unten die Rolle, welche gegen das Modell gepreßt wird und welche mit dem Support durch einen Hebel verbunden oder aber unmittelbar an demselben befestigt ist. Im letzteren Fall muß das Modell in Größe und Form genau dem Drehstück gleichen, während bei Einschaltung eines Hebels ein entsprechender Größenunterschied vorhanden und event. eins das Spiegelbild des anderen sein muß.

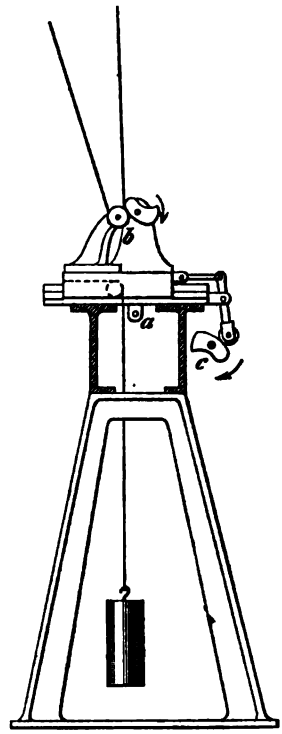
Diese Bänke sind stets in größerer Zahl vorhanden und werden oft zu mehreren von einem meist jugendlichen Arbeiter bedient, der nur das an- und abstellen der Bänke sowie das ein- und ausspannen der Drehstücke zu besorgen hat.

Digitized by Google

Dann werden die Hefte nachgeputzt, gebohrt, poliert und endlich auf die Angel gesetzt und dort befestigt. Wie bereits bemerkt, geschieht dies durch eingießen von irgend einem flüssig gemachten und gut erhärtenden Körper, welcher in die hierzu hergestellte Bohrung gegossen und in welchen die erwärmte Angel eingedrückt wird. Bei feinen Tafelmessern gehen die Erlen auch wohl durch und werden nach dem auflegen eines Metallplättchens oder nach dem eingießen einiger Tropfen Blei vernietet; die Vermittelung des Harzes bleibt trotzdem erforderlich.

Um dem Griff ein gutes Gewicht zu geben und dadurch das Übergewicht desselben, der Klinge gegenüber, zu sichern, gibt man auch größere Mengen Blei oder ein ähnliches Metall hinein, bevor die Angel vernietet wird.

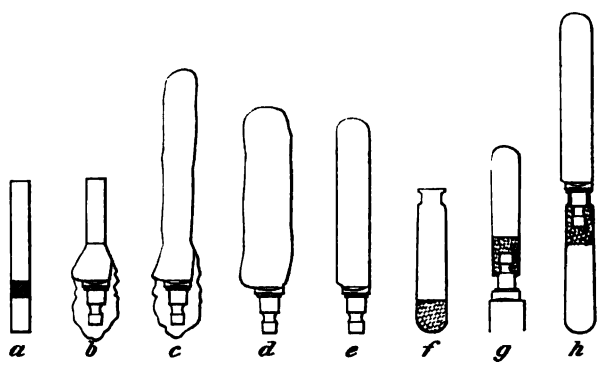
Recht beliebt haben sich die Messer mit hohlen Metallgriffen gemacht, welche aus irgend einer der heute so verbreiteten Legierungen bezw. aus dem Blech derselben, aus zwei Hälften zusammengelötet, auch nahtlos — siehe Rohrbildung — hergestellt werden. Abb. 692h zeigt diese Form, an der Befestigungsstelle geschnitten gedacht. Die Erle ist hier sehr kurz gelassen, so wie sie nach dem ersten Schlag aus dem Rohstück (Abb. 692a u. b) entstanden ist. c zeigt dasselbe Stück nach dem ausrecken der Klinge, d nach dem schmieden derselben, und e stellt die fertige Klinge dar. Das Heft wird nun etwa zu einem Viertel mit einer leichtflüssigen Legierung oder reinem Zinn gefüllt (Abb. 692f), worauf die Klinge eingesetzt wird. Dann wird das Ganze umgedreht, die Klinge nach unten (Abb. 692g), und durch eine Lötflamme am Heft erwärmt, so daß das flüssige Metall sauber herunterfließt und so eine sehr solide Verbindung herstellt. (Patent Dörschel, Solingen.)



691. Kopierdrehbank.

Der oben erwähnte Umstand, die Beschwerung des Heftes, hat in Verbindung mit dem Wunsche, die Herstellung des Tafelmessers zu verbilligen, dazu geführt, Klinge und Heft, wie vor alten Zeiten, aus einem Stück zu fertigen, was sich vor etwa 20 Jahren einführte.

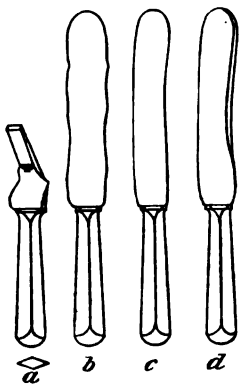
Die Abb. 693 zeigt ein solches Messer in den verschiedenen bereits besprochenen Stadien: a nach dem ersten Schlag, b nach dem ausschmieden der Klinge, c nach dem Schnitt und d fertig geschliffen. Das Heft hat hier einen rhombischen Querschnitt. Das Rohstück, von welchem in der Abbildung a noch die Hälfte ungeändert geblieben erscheint, hat die uns bereits bekannte Form des kurzen Prismas. Abb. 694 stellt ein solches Messer dar mit ovalem Querschnitt des Heftes, nach dem schlagen des letzteren. Das Rohstück ist hier schlank und spitz gehalten, wodurch Reckarbeit erspart wird. — Nun ist man aber, weil die massiven Hefte zu schwer oder aber zu klein ausfallen, auch wieder zu den Hohlheften zurückgegangen, bei denen man volle Form mit geringerem Gewicht vereinigen kann. Abb. 695 zeigt die Herstellung dieses Messers: a das Rohstück und b dasselbe nach dem ersten Schlag, welcher das halbe Heft fertiggestellt hat. c ist der Querschnitt und d die Seiten-



692. Eingegossener Hohlgriff.

Digitized by Google

ansicht desselben. Dann folgt in e und f die Ausbildung der Klinge. Zur Vollendung des Griffes gehört noch die andere halbe Schale. Deren werden (Abb. 695 g und h) gleich zwei mit einem Male geschlagen, also der Bedarf für 2 Messer mit einem Male gedeckt. i sind die beiden fertigen Hälften. Eine derselben wird mit der anderen Hälfte (Abb. 695 c) durch schweißen oder löten vereinigt und gibt so ein sehr solides, leichtes und doch, nach dem obigen, ausgewogenes Messer (Abb. 695 k u. l).



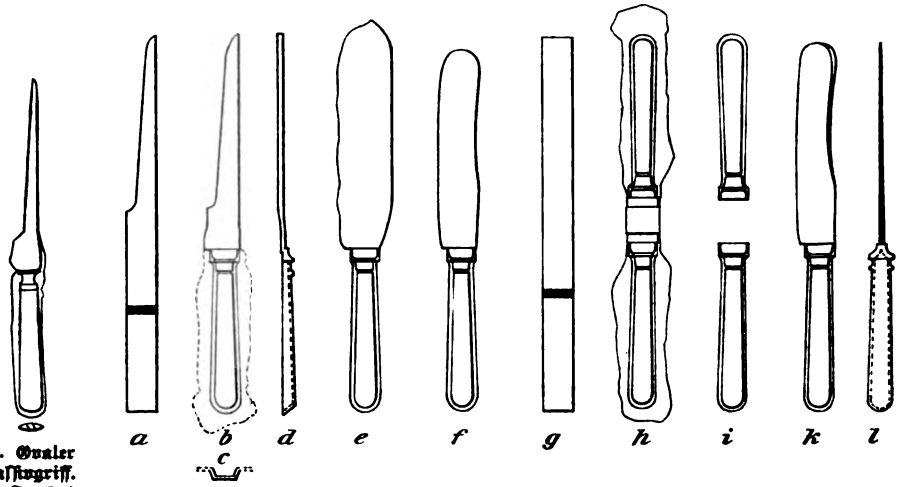
693. Rhombischer Massivgriff. (Zu S. 273.)

Auch solche Griffe, welche mit Holzschalung versehen werden sollen, werden, wie in der Abb. 696 a u. b angegeben ist, neuerdings durch schlagen hergestellt. Die Schalung nimmt dann nur den mittleren Teil ein und liegt zwischen Vorsprüngen, welche die Gesenke stehen gelassen haben.

Weniger im Sinne der Fabrikation als in dem des Sprach- und Nutzgebrauches gehören zum Tafelmesser die Gabeln. Die Herstellung derselben ist wesentlich einfacher als die der ersteren und gleicht derselben nur in Bezug auf den Bund, die Erle und das Heft.

Das Material der Gabel ist — abgesehen von Bronzen u. s. w. — milder Stahl. Zinken und Bund werden unter dem Fallhammer geschlagen, während die Schnittpresse das ausstoßen der Zinken besorgt.

Das ausschlagen geschieht sowohl einfach glatt, als auch unter Vorpressung der Zinken, so also, daß diese nur eines leichten ausschneidens bedürfen. In der Regel unterläßt man z. B. das letztere, da die Gabelklinge schwach genug ist, um leicht durchstoßen werden zu können. Abb. 697 zeigt das Rohstück, die geschlagene Gabel und die beim ausstanzen der Zinken abfallenden Späne. Die Zinken werden dann mit Hilfe des Plieẞriemens nachgeputzt. Es ist dies ein über zwei oder mehrere Scheiben laufender, mit Schmirgel beleimter Riemen, welcher



694. Ovaler Massivgriff. (Zu S. 273.)

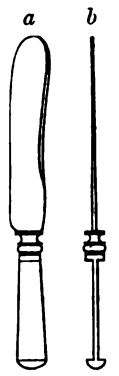
695. Ausgeschmiedeter Hohlgriff.

an und zwischen den Zinken durchgeführt wird. Abb. 698 zeigt eine recht vollkommene Anordnung dieser Art, wie sie stets da angewendet wird, wo die Plieẞscheibe nicht ankommen kann.

Überall da, wo der Bund fehlt und auf die Wirkung des ausschmiedens kein Wert gelegt wird, geschieht die Herstellung der Klinge durch ausstanzen aus Stahlblech. Hierher gehört das einfache Küchenmesser (Abb. 699). Der für den Griff bestimmte Teil wird kürzer gelassen und ausgeschmiedet. Dann folgt das lochen und die Befestigung der Schalen durch einfache Vernietung.

Digitized by Google

An dies einfache Küchenmesser schließt sich, dem Gange der Herstellung folgend, das Taschenmesser. Hier ist der Schnitt aus Stahlblech so recht am Platze. Ein Bund ist nicht vorhanden, und das ausschmieden ist nicht erforderlich, da Elastizität nicht verlangt wird und das gute Stahlblech an sich schon jeder Anforderung entspricht.



696. Heft mit Schalung.

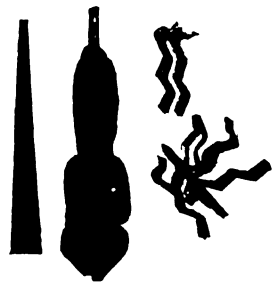
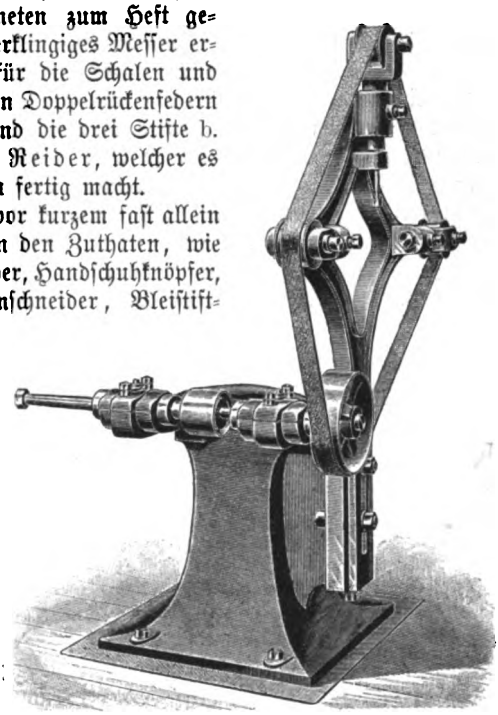

697. Herstellung der Gabel.

Abb. 700 zeigt die aufeinanderfolgenden Stufen in der Herstellung einer einzigen Taschenmesserklinge, die durchweg auf mechanischem Wege in Form gebracht wird. Hier wird ganz besonders alles bis auf das kleinste so ausgetüftelt, daß kein Schlag zuviel ausgeübt wird und alles auf dem schnellsten Wege vor sich geht, denn diese Messer werden in großen Mengen gebraucht und sollen sehr billig sein. Schon die erste Abbildung (a) zeigt, wie selbst der Abfall vermieden wird: das Ergänzungsstück, in der Abbildung punktiert gezeichnet, erhält seine Form durch abtrennen des vorhergehenden Rohstückes und braucht nur abgeschnitten zu werden. Von dieser Gestaltung aus durchläuft die Klinge die angegebenen Stadien, wie unter den Abbildungen näher bezeichnet. — An einem anderen Orte werden, wiederum fast nur durch den Schnitt, die verschiedenen in der Abb. 701 gezeichneten zum Heft gehörenden Teile gefertigt: die für ein vierklingiges Messer erforderlichen 3 Bleche — zwei (a u. k) für die Schalen und eins (f) für die Mitte; ferner die beiden Doppelrückenfedern c u. i. — Das Messer hat 4 Klingen und die drei Stifte b. Alles dies wandert mit den Klingen zum Reider, welcher es zusammenstellt, festigt und zum versenden fertig macht.

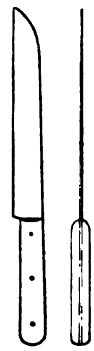
Während diese einfache Form bis vor kurzem fast allein das Feld behauptet hat, wenn man von den Zuthaten, wie Federmesser, Korkzieher, Champagnerbrecher, Handschuhknöpfer, Nagelfeile, Nagelschere, Zigarrenspitzenschneider, Bleistiftspitzer u. s. w. absehen will (die Solinger Firmen haben Messer ausgestellt mit mehreren Hundert derartigen Klingen und Zuthaten), treten jetzt neue Konstruktionen auf, welche namentlich das öffnen der Messer erleichtern sollen. Auch hier ist es wieder Solingen, welches sich ganz besonders hervorthut. Die Abb. 702 zeigt ein Messer, bei welchem die Schale aus zwei U-förmig gepreßten Metallplatten besteht, welche mit dem Messer ein dreigliedriges Gelenk geben, so daß sich alles bequem zusammenlegen läßt. In anderer Weise, wir verdanken diese Formen der Firma Boentgen & Sabin in Solingen, führt die Konstruktion (Abb. 703) zum Ziele, bei der das Heft aus zwei schmalen Heften zusammengesetzt ist, welche die Klinge entweder verdeckt zwischen sich aufnehmen oder, auseinander geklappt und anderseitig zusammengelegt, das eigentliche Heft abgeben.


698. Schmirgelriemen zum Gabelputzen.

Eine Konstruktion ohne wesentliche Änderung des Heftes zeigt Abb. 704, bei welcher die Klinge sich durch herausziehen eines Hakens am unteren Ende öffnet. Ebenso behalten die sogenannten Springmesser das einheitliche Heft bei, besitzen aber eine Einrich-

Digitized by Google

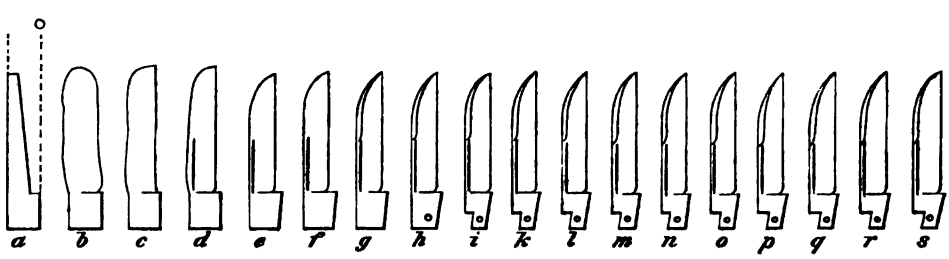
tung, vermöge welcher ein Druck auf das Knöpfchen A (Abb. 705) genügt, um ein herausspringen der Klinge hervorzubringen. Diese Messer haben den großen Vorteil, daß man nur eine Hand gebraucht, um sie zu öffnen und zum Gebrauch fertig zu machen, was namentlich für Matrosen, welche sich in der Takelage befinden und oft nur eine Hand frei haben, von Vorteil ist. Um zu verhüten, daß solche Messer zufällig, ohne absichtlichen Druck, aufspringen, hat man bei den „Springmessern mit Sicherheit" die kleine Druckplatte B (Abb. 706) drehbar angeordnet, so daß sie über die Beschläge hinausragt und ein eindrücken des beweglichen Teils desselben verhindert. Erst durch querstellen des ovalen Knöpfchens ist die Seitenplatte des Beschlages frei, läßt sich eindrücken und gestattet der kräftigen im Heft verborgenen Feder, die Klinge herauszuwerfen. Durch den Schwung springt die letztere in die aufrechte Lage, in welcher sie durch einklinken eines an der beweglichen Backe befindlichen Stiftes festgehalten wird.



699. Küchenmesser. (Zu S. 274.)

Andere Formen, denen neuerdings gepreßte Aluminiumschalen mit Reliefs aller Art hinzugetreten sind, zeigen die Abbildungen unter 707 bis 711. Diese Abbildungen geben dem Bestreben Ausdruck, sowohl die Formen des Heftes verschiedentlich zu gestalten und ihnen eine möglichste Abwechselung zu verleihen, als auch die Einsätze zu vermehren und die äußere Form des Taschenmessers allen möglichen anderen Zwecken, als denen der eigentlichen Klinge anzupassen. Eine recht interessante Ausbildung dieser Bestrebungen finden wir (Abb. 712) bei dem Taschenwerkzeug (Werkzeugmesser) „Elektron" von Heinrich Overbeck in Barmen (Albert Schmidt in Solingen), welches mit der üblichen Klinge und dem unvermeidlichen Korkzieher alle möglichen Werkzeuge, wie sie die elektrotechnischen Arbeiten erforderlich machen, vereint. Wir finden da mehrere Schraubenzieher und Feilflächen am selben Heft, dabei sogar eine recht zweckmäßig angeordnete Drahtzange, Isolierungsschaber u. s. w. Die Drahtzange ist ferner in sehr geschickter Weise zum festklemmen einer beliebigen Zahl anderer Werkzeuge verwendet worden, welche, wie Bohrer, Spitzen und Aufreiber, in das Heft gefügt werden können, so daß eine ungeahnte Vielseitigkeit geschaffen worden ist, die das Messer zu einem überaus brauchbaren Instrument gestaltet.

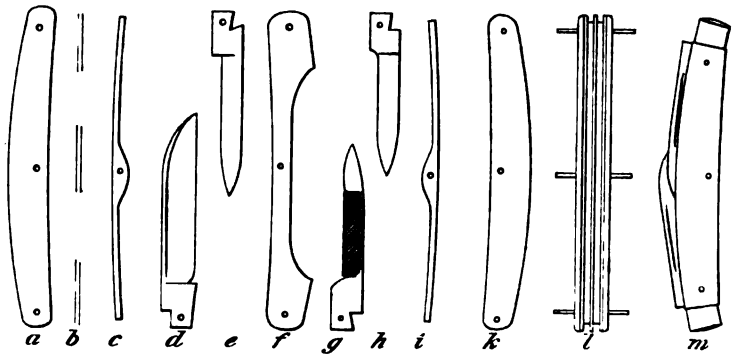
Zu den Klingen, welche keinen Bund besitzen und außerdem nicht durchgeschmiedet werden, gehören die Rasiermesser. Dieselben, heute von wesentlich anderer Form, als



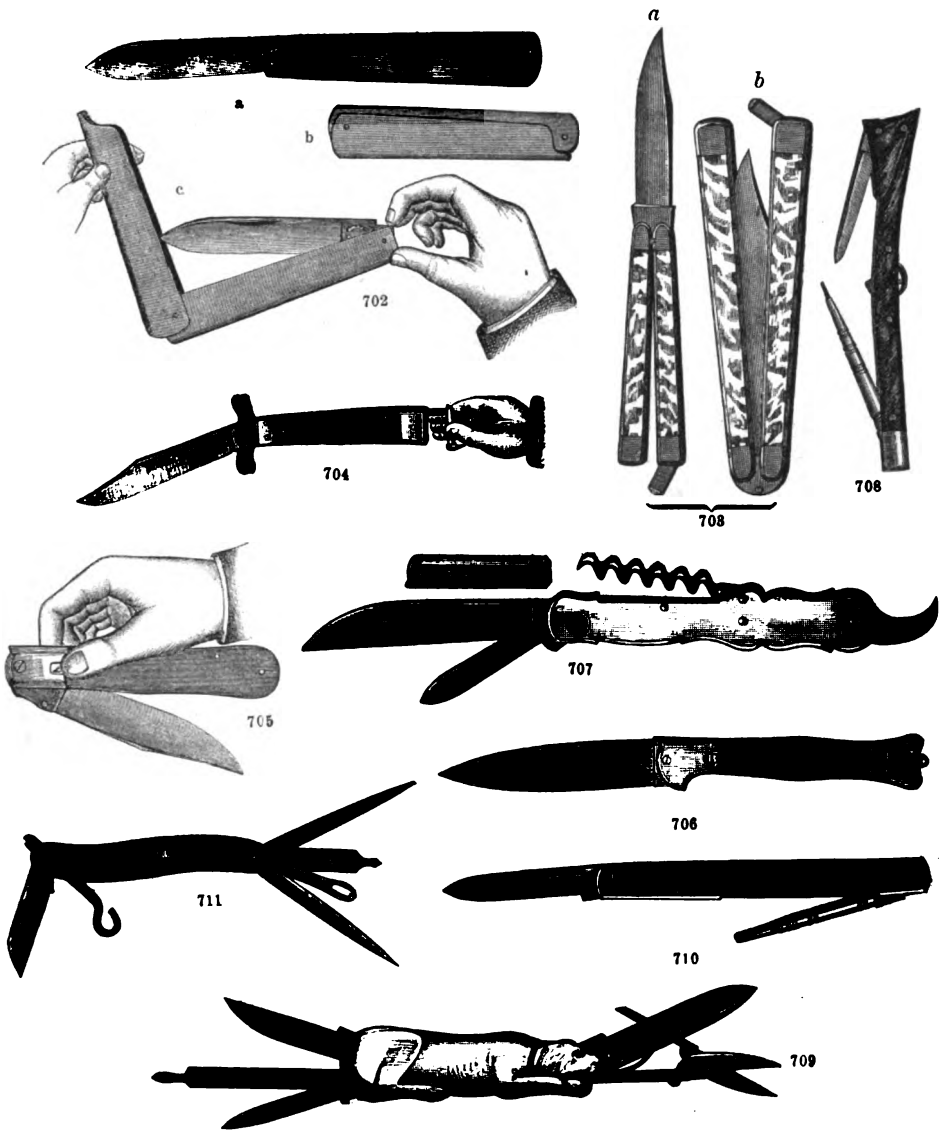
700. Die Klinge des Taschenmessers. (Zu S. 275.)

in alten Zeiten (Abb. 713), werden in der modernen Fabrikation durchweg unter dem Fallwerk geschlagen, wie in der Abb. 713 dargestellt ist, erfordern insoweit also keine besonderen Anordnungen. Dagegen bietet das Rasiermesser in zweierlei Hinsicht große Schwierigkeiten: es sind dies das Material und das schleifen. Als ersteres wählt der sorgfältige Fabrikant den reinsten Stahl, der zu erhalten ist, mit hohem Kohlenstoffgehalt etwa 1,5 %. Denn wenn auch das von der Schneide zu durchdringende Material nicht hart ist, so ist der Winkel, unter welchem die Schneide geschliffen wird, so klein, daß nur das allerbeste Material den Anforderungen genügen kann. Daß die Herstellung einer so feinen Schneide eine große Geschicklichkeit erfordert, ist leicht ersichtlich. Aber sie erfordert auch ein eigenes Werkzeug, den für diesen Zweck besonders klein zu wählenden Stein. Bekanntlich besitzt das Rasiermesser im Gegensatz zu dem gewöhnlichen Tafel- oder Taschen-

Digitized by Google



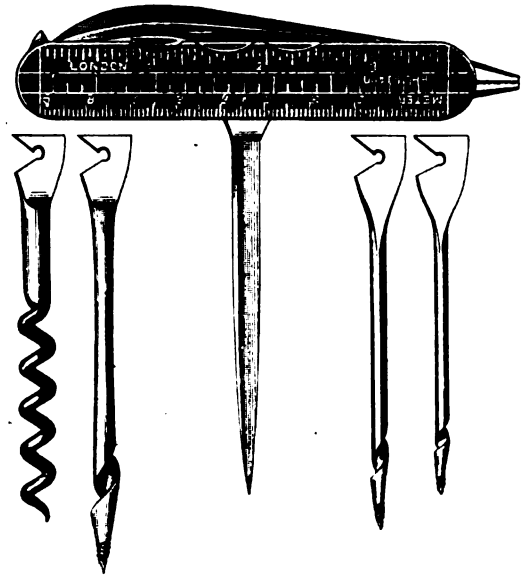
701. Teile des Heftes. (Zu S. 275.)



702 bis 711. Verschiedene Formen des Taschenmessers. (Zu S. 275 f.)

Digitized by Google

messer eine hohl geschliffene Klinge. Der Zweck der Höhlung ist die Notwendigkeit, das Messer leicht abziehen, d. h. in feinster Art nachschleifen zu können. Würde die Klinge, wie sonst üblich, eben sein, so würde beim abziehen die ganze Fläche in Mitleidenschaft gezogen werden, was diese Arbeit außerordentlich erschweren würde. Beim Hohlschliff liegt das Messer (Abb. 714) nur mit der Rückenkante und der Schneide auf, und die Wirkung des dabei angewendeten feinsten Schleifmittels beschränkt sich, die richtige Druckverteilung vorausgesetzt, nur auf die schmale Fase der Schneide. Der feine Winkel der letzteren bleibt gewahrt, während es bei der gewöhnlichen Klinge fast unmöglich ist, dieselbe nachzuschärfen, ohne den Schneidewinkel zu vergrößern, die Schneidigkeit also zu verringern.



712. Werkzeugmesser „Elektron". (Heinr. Overbeck.) (Zu S. 276.)

Ein anderer wesentlicher Unterschied zwischen der Behandlung der gewöhnlichen Klingen und der der Rasiermesser liegt in dem nachlassen. Die übliche Massenarbeit, nachlassen in der Trommel, ist hier der feinen Schneide wegen nicht angängig. Die Klingen werden entweder gar nicht angelassen, also gleich richtig gehärtet (direkte Härtung), oder auf heißen Platten oder im Sand angelassen. Nach dieser Operation erst werden die Klingen geschliffen und poliert. Dann folgt das anbringen der Schalen, des Heftes und darauf das feine einölen und verpacken.

714. Schärfen des Rasiermessers.

713. Rasiermesser. (Zu S. 276.)

715. Rasiermesser „Figaro".

In der Neuzeit werden die Rasiermesser mit einer schützenden Leiste, wie Abb. 715 erkennen läßt, versehen, welche das einfahren beim rasieren hindert und so das selbstrasieren erleichtert.

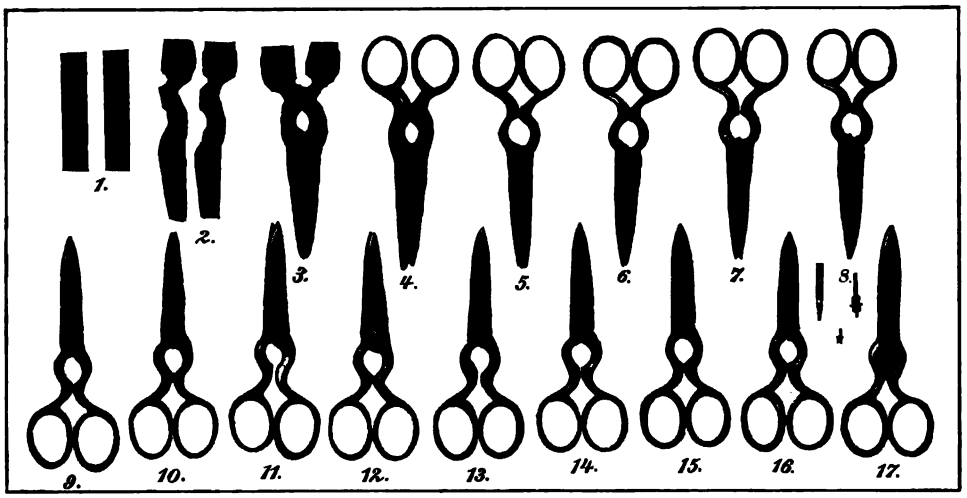
Digitized by Google

Die Schere.

A. Feinere Scheren.

Statt der in früheren Zeiten allein herrschenden reinen Handschmiederei hat sich schon seit einem Jahrhundert die Gesenkschmiederei eingebürgert, bei welcher das Eisen oder der Stahl warm in Formengesenke geschlagen wird.

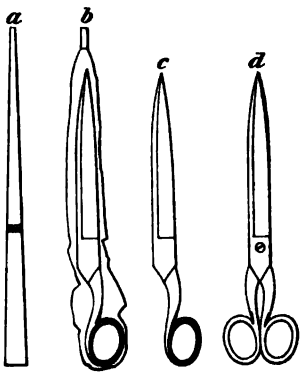
Abb. 716 gibt in 16 verschiedenen Stufen die Herstellung einer Knopflochschere auf diesem Wege an. Das Rohstück 1 — wegen der beiden nicht ganz gleichen Scherenschenkel doppelt — wird gut warm gemacht und auf das Untergesenk gelegt. Es ist dies ein Stahlstück, welches die halbe Form des zu schlagenden Stückes eingraviert ent-



716. Herstellung der Knopflochschere.

1. Rohstück. 2. Gesenkschlag des Schenkels. 3. Gesenkschlag der Spitze. 4. Ausweiten der Reide. 5. Ausfeilen der Reide. 6. Ausfeilen des Schenkels. 7. Ausarbeiten der Lücke. 8. Lochen. 9. Nachsenken; Gewinde; seitlich gebohrt. 10. Gehärtet und nachgelassen. 11. Naßschleifen. 12. Grobgeblieft. 13. Feingeblieft. 14. Gereibet. 15. Schlichten der Augen. 16. Licken der Augen. 17. Fertig.

hält und in eine Fuge des Amboßes eingeschoben oder dort festgekeilt worden ist. Hierzu paßt ein Obergesenk, ein hammerähnliches an einem Stiel befindliches Werkzeug, welches in seiner unteren Fläche die andere Hälfte des herzustellenden Stückes vertieft enthält, so also, daß Unter- und Obergesenk zusammen genau dem zu fertigenden Gegenstand entsprechen. Einige kräftige, mit dem Zuschlaghammer geführte Schläge prägen das Material in diese Gesenke hinein und schaffen in diesem Falle die unter 2 dargestellte Form. Ein zweites Gesenkenpaar liefert die Spitze 3 daran. Wir sehen bei 2 in jedem Scherenteil zwei Löcher vorbereitet: das eine, in der Mitte, ist nur durch eine kleine Vertiefung angedeutet und dient dem Bohrer als Anhalt für das Stiften- oder Schraubenloch, während das obere die Reide geben soll. Der Schmied locht zunächst kalt durch, macht dann gut warm und treibt die Reide auf, ein kantiges, in 4 dargestelltes Gebilde. Dasselbe würde, um eine handliche Form zu erhalten, einer ziemlich mühsamen Feilarbeit bedürfen, die aber wiederum durch Gesenkschlagen ersetzt wird, wodurch die Reide und auch, eventuell durch ein folgendes Gesenkenpaar, die Mitte schön und schnell ausgebildet



717. Die Papierschere. (Zu S. 280.)

Digitized by Google

werden. Es folgt nunmehr das ausstanzen des Ausschnittes, das beseilen des Ganzen, härten, schleifen und pließen und endlich das zusammenstellen, womit die Schere packfertig ist. Von diesen letzten Arbeiten, welche wir schon in der Messerfabrikation kennen gelernt haben, ist das schleifen das allerschwierigste. Es kommt hier nicht nur, wie sonst wohl, darauf an, eine schön gerade aussehende Schneide zu erhalten, sondern dieselbe muß außerordentlich genau und dabei seitlich schlank gebogen sein, damit die beiden Schenkel haarscharf und sanft miteinander arbeiten, sich durch ihre eigene Federkraft leicht aneinander drückend. Die uns auf diesem Gebiete als mustergültig bekannte Fabrik von Henckels in Solingen stellte in Chicago eine Schere von nahezu zwei Meter Länge aus, von 58 kg Gewicht, welche trotz ihrer Ungeheuerlichkeit imstande war, feines Seidenpapier auf ihrer ganzen Schnittlänge sanft zu zerteilen.

718. Moderne Scherenformen.

Diese überaus schwere — durch die erforderliche Sorgfalt schwere — Schleifarbeit ist allerdings bei geringeren Dimensionen ermäßigt, bleibt aber immerhin als solche bestehen und erfordert stets sehr geübte Arbeitskräfte. So gibt auch die bekannte Papierschere ein schwieriges Stück Arbeit in dieser Richtung hin ab. — Sonst unterscheidet sich hier die erforderliche Arbeit wenig von der für kleinere Scheren. Abb. 717 zeigt eine abgekürzte Entstehungsreihe einer solchen Schere: a Rohstück, b geschlagen, c fertig geschliffen und d die fertige Schere. Abb. 718 gibt eine kleine Auslese der mannigfachen Formen anderer Scherenarten ähnlicher Art.

B. Garten- und andere grobe Scheren.

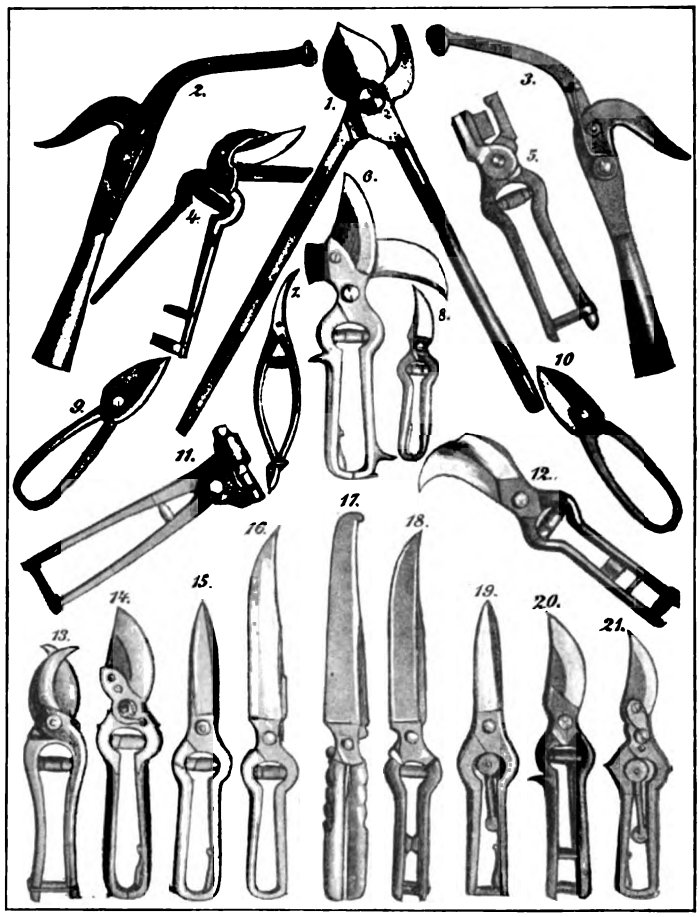
Der Artikel zeigt eine überaus große Mannigfaltigkeit, wie aus Abb. 719 zu ersehen ist, deren Nummern den darunter angegebenen Bezeichnungen entsprechen.

Diese Mannigfaltigkeit ist eigenartigerweise diesmal weniger den Geschmacksformen als den mechanischen Einrichtungen, welche sonst die Anzahl der Muster zu beschränken geneigt sind, zu verdanken. Die früher übliche und jetzt wenigstens in der Fabrikation vollkommen verdrängte Handschmiederei war zu schwerfällig und lieferte verhältnismäßig

Digitized by Google

teuere Ware, die dann gleichzeitig allen möglichen Zwecken dienen mußte. Die heutige, auf Massenfabrikation gestellte Herstellungsmethode erfordert freilich für jede Modelländerung mehr oder weniger kostbare Einrichtungen, die sich aber sehr bald bezahlt machen und trotz der größeren Anlagekosten wesentlich billigere Ware liefern.

Das Material ist, soweit nicht ganz besondere Zwecke vorliegen, Eisen und zwar Schmiedeeisen oder auch Stahl, und dann geschlagen, oder Temperguß oder endlich gepreßtes Blech. Die Schneidfähigkeit kann auf verschiedene Weise erhalten werden. Sind die Schenkel aus Stahl hergestellt, so führt die übliche Härtung ohne weiteres zum Ziel. Es gibt dies die solideste Ware, die aber bei diesen großen Scheren selten gefertigt wird. Recht dauerhaft sind Schenkel aus Schmiedeeisen mit aufgeschweißtem Stahl, was bei allen guten und derben, großen Scheren verwendet wird. Schneiden mit großem Schneidwinkel, wie z. B. die Gegenschenkel der Rebenscheren, können durch zementieren eine genügende Schneidhaltigkeit erhalten, was sogar für geringere und kleinere Ware bei getemperten Stücken angewendet wird. Diesen wird indessen der Stahl meistens angeschweißt, namentlich bei Damenscheren. In der Neuzeit setzt man die Schneiden in Form von Stahlblättern an und erreicht damit vorzügliche Resultate. Zunächst liegt hier die Möglichkeit vor, ausgezeichneten Stahl zu verwenden, ohne die Ware unnötig zu verteuern, und dann wird durch diese Anordnung eine oft recht nützliche Auswechselung ermöglicht, ganz abgesehen von der Annehmlichkeit, die Messer nach dem abnehmen weit sorgfältiger schleifen zu können, als es bei der einheitlich zusammengesetzten Schere möglich ist. Solche Einrichtungen finden wir weiter unten an den in den Abb. 720, 736 und 742 dargestellten Scheren.



719. Grobe Scheren von Hugo Linder in Solingen.

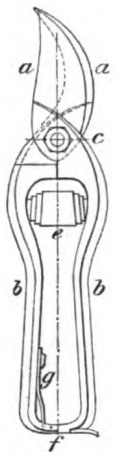
1. Zweigschere. 2. (Stab-) Zweigschere. 3. (Stock-) Zweigschere. 4. Okulierschere. 5. Zeichenzange. 6. Universalgartenwerkzeug. 7. Büchsenschere. 8. Rosenschere. 9. Blechschere. 10. Blechschere. 11. Plombenzange. 12. Gartenschere. 13. Gartenschere. 14. Amerik. Gartenschere. 15. Geflügelschere. 16. Dieselbe mit Tranchiermesser. 17. Dieselbe. 18. Dieselbe. 19. Gartenschere. 20. Gartenschere. 21. Gartenschere.

Folgen wir nun der Herstellung einer mit besonderen Schneiden versehenen Schere. Eine solche, hier eine Gartenschere (Abb. 720), besteht aus den beiden mit Messern a, a versehenen Schenkeln b, b, die durch einen Bolzen c miteinander verbunden sind und

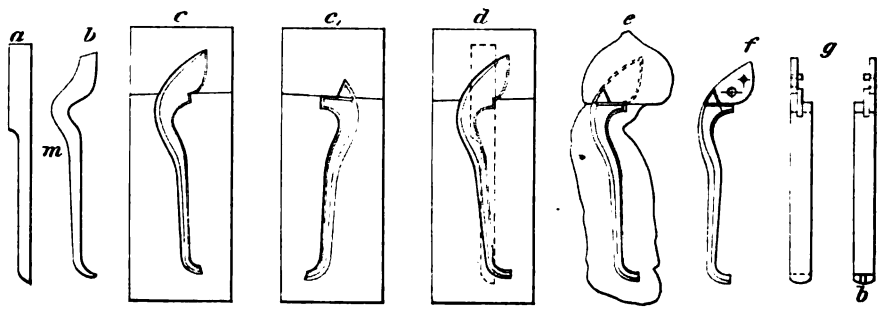
Digitized by Google

durch eine Feder e auseinandergepreßt werden. Ein Schlußstück f dient in Verbindung mit einer Feder g zum schließen der Schere für den Nichtgebrauch. Im großen und ganzen sind diese Bestandteile so ziemlich allen groben Scheren gemeinsam.

Abb. 721a zeigt den Anfang, ein von der Stange abgeschnittenes Stahl- oder Eisenstück. Dasselbe ist aber nicht gerade abgeschnitten, sondern ∽-förmig, um die bei m zu erkennende plötzliche Verstärkung auf möglichst einfache Weise vorzubilden. Die zu schaffende Form ist durch Abb. 721f gegeben. Man erkennt leicht (d), daß es nicht gut angehen würde, das Stück a unmittelbar in das Gesenk c zu schlagen, weil das Material nicht richtig verteilt sein würde; dasselbe würde nicht in die dortige Biegung hineingelangen können. Das vorbiegen geschieht kalt oder warm auf dem Amboß, mit Hilfe eines geeigneten, nach b gearbeiteten Gesenkes, als auch unter dem Fallwerk, welches dann mit denselben Gesenkstücken versehen sein muß. Nun erfolgt das eigentliche schlagen, zwischen dem Unter- und Obergesenk c und c, nachdem das Stück gut warm gemacht worden ist. Letzteres kann in einem beliebigen Schmiedefeuer geschehen. In Solingen hat man vielfach hierfür besonders eingerichtete Öfen. Diese haben die Eigentümlichkeit, für mehrere Stunden — zwischen zwei Arbeitspausen — gefüllt zu werden und während der eigentlichen Arbeitszeit keiner Nachfüllung zu bedürfen. Das Brennmaterial ist Koks, welcher auf den Rost gebracht und bis zur Arbeitsstelle angefüllt wird. Unter dem Rost befindet sich ein Windkasten, in welchen das Rohr von einem kräftigen Gebläse mündet. Der Rost besteht aus einfach eingeschobenen Vierkant- oder Rundstäben, welche vorn, um keine Luft herauszulassen, verschmiert werden. Zwei quer durchgeschobene Eisenstangen dienen zur Aufnahme der Wärmstücke. Das Feuer umspült dieselben und zieht nach vorn, den ganzen Raum mit einer sehr gleichmäßigen Glut füllend, die durch die Stärke des Windes, der durch einen Schieber reguliert wird, bestimmt ist. Je nach der Größe des Ofens und der beabsichtigten Ausnutzung wird das Feuer direkt in den Kamin oder in ein Abzugsrohr geführt oder noch einmal zurück und dann erst abgeleitet, in welchem Fall die Decke wärmer gehalten und dadurch eventuell eine bessere Glut erzeugt wird, eine bessere Ausnutzung erzielt werden kann.



720. Gartenschere.



721. Herstellung der Gartenschere.

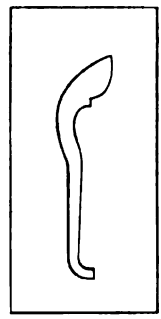
Da das schlagen viel schneller vor sich geht, als das wärmen, so muß der Schmied mehrere Stücke gleichzeitig in dem Ofen haben, von denen das eine bereits gut glühend, während das letzte noch schwarz ist.

Ersteres wird dann auf das Untergesenk gelegt, worauf der Hammer niedersaust und im Nu die Umformung bewirkt; wir erhalten ein Stück (Abb. 721 e), welches die gewünschte Form hat, aber noch mit einem Rande von dünn gequetschtem Material, dem Grat, umgeben ist; denn es würde einer unverhältnismäßig mühseligen Vorarbeit bedürfen, das zu schlagende Rohstück so genau vorzuarbeiten, daß es überall gerade die Form füllt. Zu wenig Material würde das Gesenk nicht ausfüllen, was ängstlich vermieden

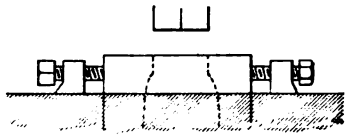
Digitized by Google

werden muß, und zu viel Material muß herausgequetscht werden, wobei es eben diesen Grat gibt.

Ofen und Fallwerk sind in der Abb. 680 (S. 265) dargestellt, wie sie in der Werkstatt einander zugesellt sind. Der Schmied steht, mit jedesmaliger kurzer Wendung, vor beiden und hat nur die gut gewärmten Stücke unter den Hammer zu bringen, den sein Gehilfe in Thätigkeit versetzt. Die Einrichtung dieser Hämmer ist unter dem Kapitel „Hämmer" eingehend beschrieben. Hat der Hammer seinen Schlag — bei größeren Stücken folgen deren mehrere nacheinander — vollführt, so geht der Gehilfe an den Ofen, um ein neues Stück nachzulegen und die anderen zu ordnen, falls diese Arbeit nicht auch von dem Schmied übernommen worden ist.



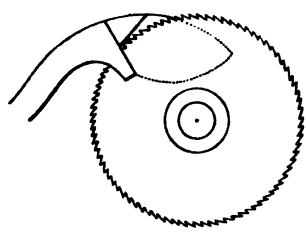
722



723

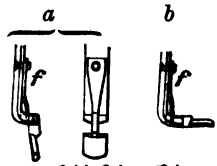
722 u. 723. Schnitt.

Um den Grat zu entfernen, wird das Stück unter den Schnitt gegeben. Derselbe besteht (Abb. 722 u. 723) aus dem Schnitt und dem Stempel, welche beide genau zu einander passen und ebenso genau der Form des abzugratenden Stückes entsprechen. So entsteht das Schlagstück f, welches nunmehr zur weiteren Bearbeitung in die Schlosserei gelangt. Diese ist in diesem Fall recht einfach und besteht in der letzten Ausgleichung der Gratstellen, dem befeilen der Schenkel u. s. w., sowie in der Bearbeitung der Lagerfläche zur Aufnahme des Messers, also im guten ebenen und bohren desselben. Da im vorliegenden Falle beide Scherenschenkel einander gleich sind, so genügt ein Gesenk für beide Stücke. Auch das ausfräsen (Abb. 724) ist bei dieser Schere für beide Schenkel gleich; dieser Ausschnitt dient zur besseren Befestigung der sonst nur mit einem Niet versehenen Messer. Ein ähnlicher Fräser, im vorliegenden Falle derselbe, dient zur Herstellung des Einschnittes b (Abb. 721 g), welcher zur Aufnahme des Schlußstückes zum zusammenhalten der Schere angebracht werden muß, wie in Abb. 725 besonders dargestellt ist.

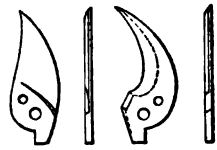


724. Ausfräsen.

Es folgt nun das bohren der verschiedenen Löcher, von denen zuweilen noch eins, das Bolzenloch je eines der Schenkel, vierkant nachgelocht wird; und endlich, je nach der Qualität der Ware, das mehr oder weniger sorgfältige putzen, polieren und vernickeln. Vielfach werden die Schenkel statt dessen geschwärzt und zu diesem Behufe noch schwarz warm in eine aus Seifenwasser, etwas Öl und Ruß bestehende Flüssigkeit getaucht.



725. Schluß der Schere. (Zu S. 284 f.)



726. Messer.

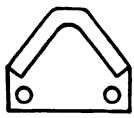
Die Messer (Abb. 726) werden aus Stahlblech hergestellt. Ihre Formgebung geschieht zunächst durch den Schnitt, genau in der Weise, wie in dem Kapitel „Schlitschuh" eingehend erläutert und in Abb. 723 angegeben ist. Nach dem Schnitt werden die Messer geschlagen, wenn ihre Form sehr von der ebenen abweicht, wie in dem vorliegenden Fall, oder auch nur durch schleifen angeschärft. Hierauf werden sie gehärtet und dann endgültig geschliffen und event. gepließt. Behufs des härtens werden die Messer in einem Ofen geglüht und unmittelbar in die Härteflüssigkeit geworfen. Je nach der Natur des Stahles und der der Härteflüssigkeit ist dann noch ein nachlassen erforderlich, welches in verschiedenen Arten in dem Kapitel „Kleineisenindustrie", unter Härten, angegeben ist.

Zuweilen werden Messer dieser Art auch nur an den Schneiden gehärtet. Man nennt dies die Teilhärtung. Dieselbe findet mit großem Vorteil Verwendung für

Digitized by Google

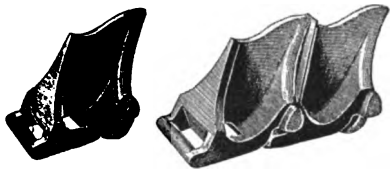
Mähmaschinenmesser (Abb. 727) — die Mähmaschine ist eine mechanisch getriebene vielfache Schere — und ähnliche aus Stahlblech gefertigte Ware, welche nur an den arbeitenden Kanten hart sein und im übrigen weich bleiben sollen. Auch die Messer der mechanischen Schafscheren (Abb. 728) gehören hierher. Dieselben werden zwischen eiserne Backen (Abb. 729 u. 730) gespannt und so erwärmt, daß nur die Kanten glühend werden, während die Mitte, durch die Eisenbacken geschützt, schwarz, nach dem ablöschen also weich bleibt. Es kann dies bei der Einzelhärtung leicht durch eine entsprechend geformte eiserne Zange mit starkem Maul erreicht werden.

Die American Gas Furnace Co., New-York, hat nun diesen an sich nicht neuen Vorgang dadurch zu einem kontinuierlichen gestaltet, daß sie eine Kette (Abb. 731) gefertigt hat, deren Glieder je die Backe solcher Zangenmäuler bilden, die sich beim strecken der Kette schließen, während sie bei der gebogenen Kette offen sind. In diesem Zustand können also die zu härtenden Platten bei b (Abb. 731) hineingelegt werden,

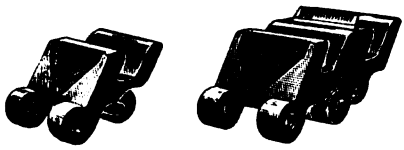


727. Messer für die Mähmaschine.

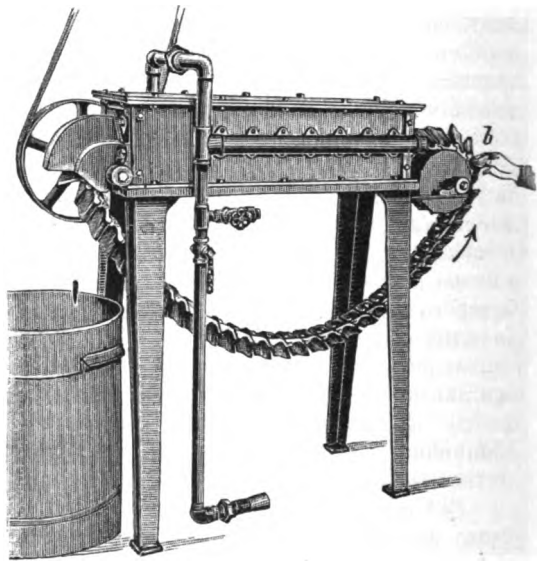
728. Schafscherermesser.



729. Kettenglieder zum Messerschärfen.



730. Kettenglieder für Schafscheren.



731. Kettenhärtemaschine.

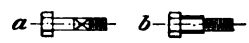
worauf sie beim strecken der Kette festgeklemmt, dann durch das Feuer — hier ein Gasfeuer — geführt, beim Beginn der Biegung losgelassen werden und in die Härteflüssigkeit fallen. Da sie nun in der Mitte schwarz geblieben und nur an den Kanten glühend geworden waren, so erscheint der Zweck in einer ebenso sicheren wie schnell arbeitenden Weise erreicht. —

Das Schlußstück (Abb. 725), ein Bestandteil untergeordneter Art, wird ebenfalls durch Gesenkschlägerei, oder auch durch gießen oder tempern hergestellt. Im ersteren Fall wird, wie oben erläutert, ein Stückchen rotwarm gemachtes Eisen in eine genau dem Stück entsprechende Vertiefung geschlagen, während es sich im anderen Fall um das füllen einer Form handelt, deren Herstellung in dem Kapitel „Eisengießerei" besprochen ist. Bei guter Ware wird die Zunge dieses Schlußstückes noch besonders nachgefräst, während auch, wenn das schlagen oder gießen sauber ausgeführt worden ist, einige Feilstriche diesen Zweck erfüllen können.

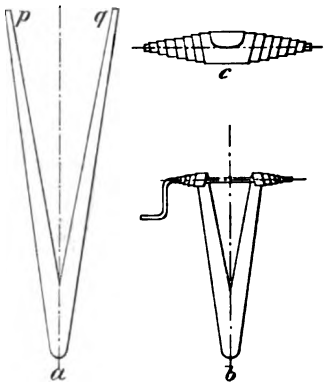
Das Schlußstück soll nur zwei Stellungen einnehmen, wie in der Abb. 725a und b angegeben, und in diesen Stellungen einigermaßen festgehalten werden. Es wird hier eine Anordnung angewendet, welche häufiger bei den Maschinen und Werkzeugen gefunden wird und die wir Doppelfederklemmung nennen wollen. Hierzu dient eine Feder f, welche an das Ende des Schenkels angeschraubt wird und einfach durch den Schnitt aus

Digitized by Google

Stahlblech hergestellt und gehärtet ist. Ist nun das Schlußstück am Ende schön winkelrecht und glatt bearbeitet und dreht es sich leicht um den Stift, so wird die Feder imstande sein, ihn nicht nur in dieser Lage zu erhalten, sondern ihn auch nach einer nicht zu großen Ablenkung in diese Lage zurückzuschnellen, namentlich wenn auch die Ecken leicht und glatt abgerundet sind. Dies würde die einfache Federklemmung sein. Dreht man nun, wie in der zweiten Abbildung, 725b, angegeben ist, über 45° hinaus, so wird die Feder die Wirkung haben, das Schlußstück in die zweite Lage zu schnellen, und bestrebt sein, dasselbe nun in dieser Lage zu erhalten; das — also wenn zwei ebene Flächen der Feder dargeboten werden — ist dann die Doppelfederklemmung, bei welcher von derselben Feder zwei Stellungen festgehalten werden können. Es ist nichts im Wege, noch mehr Flächen vorzubereiten, so daß das betreffende Stück in 3, 4 u. s. w. Stellungen gesteift werden kann.

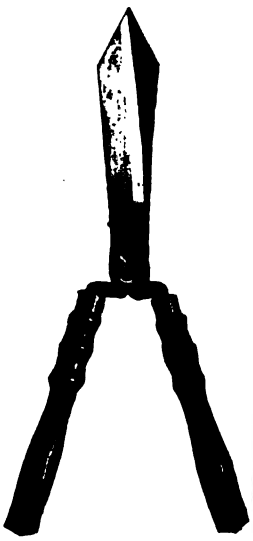


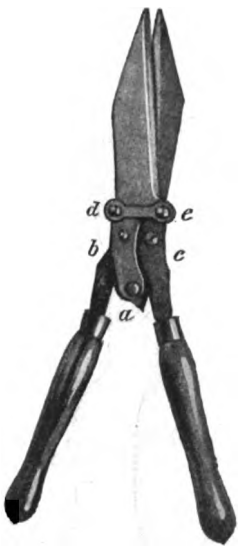
782. Bolzen.



783. Feder. (Zu S. 286.)

Zum zusammenhalten der Schenkel der Schere dient ein Bolzen. Derselbe ist am fertigen Stück (Abb. 720) leicht zu finden und in der Abb. 733 noch besonders gezeichnet. Auch dieses Stück kommt als wichtiges, wenn auch unscheinbares Organ an vielen Werkzeugen vor und wird vielfach falsch behandelt. — Zunächst ist es eine ganz gewöhnliche Schraube, welche die beiden Schenkel mit Hilfe einer Mutter zusammenhält. Würde nun die Schraube in beiden Schenkeln lose sein, so würde — und das kommt bekanntlich bei geringer Ware oft genug vor — die Mutter sich leicht losdrehen und die Schere ihren Dienst versagen. Deswegen versieht man die Schraube (Abb. 732a) mit einem Vierkant und macht das Loch im Gegenschenkel eckig. Alsdann sitzt die Schraube fest in diesem Schenkel, der zwischen dem Rundstück des Bolzens und der Mutter unverrückbar eingezwängt ist, und der andere Schenkel bewegt sich bei richtiger Bemessung jenes Rundstückes sanft und sicher zwischen Bolzenkopf und Gegenstück. Da die Mutter angezogen und keinerlei Drehung ausgesetzt ist, so ist auch eine weitere Mutterſicherung kaum nötig.


784. Heckenschere. (Zu S. 286.)



785. Hebelschere. (Zu S. 287.)

Nach einer anderen Anordnung versieht man den Bolzen mit längerem Gewinde, schraubt ihn in das Gegenstück ein und macht die Mutter auf diese Weise zu einer Gegenmutter. Hier muß die Länge des Gewindes am Bolzen sehr genau bemessen werden, da sonst leicht ein zu lockerer oder ein zu schwerer Gang entstehen würde. Man gibt daher bei guter Ware dem Bolzen, wie in Abb. 732b gezeichnet, einen Ansatz, oder man schiebt ein Rohrstück über, welche beide, genau bemessen, ein zu scharfes anziehen verhindern. Will man einen recht sanften Gang haben, dann legt man eine etwas durchgepreßte Stahlscheibe unter, welche eine wohlthätige Federung besitzt. Auch findet man wohl Messingscheiben, welche ebenfalls einen sanften Gang, wenn auch nur durch Verminderung der Reibung, geben und ein anrosten verhindern.

Digitized by Google

Nun fehlt noch ein bei dieser Scherengattung notwendiges Organ, die Feder, welche dafür zu sorgen hat, daß die vom Schlußstück befreite Schere stets offen bleiben will und so bei der Handhabung nur des Schlußdruckes der Hand bedarf. Früher hatte man, und es ist noch vielfach bei derartigen Instrumenten zu finden, eine gewöhnliche, schlanke Blattfeder, welche an den einen Schenkel angenietet war und sich lose gegen den anderen lehnte. Diese Feder ist indessen manchmal bei der Handhabung lästig und wird heute vielfach durch eine hochkant gewundene Spiralfeder ersetzt, wie sie in Abb. 733 a—c dargestellt und zuletzt (c) in zusammengedrücktem Zustande gezeichnet ist. Die Herstellung dieser Feder ist recht interessant. Zunächst wird unter der Presse aus blankem Stahlblech eine Figur 733a ausgeschnitten, der man es nur schwer ansieht, wozu das Stück dienen soll. Dieselbe wird dann mit den Gabelenden p und q in hierfür vorbereitete Schlitze eines Kurbelstiftes (Abb. 733b) gesteckt, der in die Lagerstellen eines Stockes gelegt und dort durch eine kräftige breite Feder angedrückt wird. Nun wird das Stahlblatt einfach durch drehen der Kurbel aufgewunden, wobei die breite Feder für dichten Schluß sorgt und sich der Dickenzunahme der Spiralfeder entsprechend zurückbegibt. Die so hergestellten Federn werden nunmehr behufs des härtens auf rechenartige Vorrichtungen, immer zu zweien auf eine Zinke, gesteckt, in einem Ofen passender Art geglüht und in Fett geworfen, wodurch sie die erforderliche Elastizität erhalten. Darauf kommen sie in eine Trommel mit Sägemehl, in welcher sie längere Zeit verweilen und durch das unaufhörliche aneinanderreiben wieder blank werden. Hierauf werden sie in eine andere Trommel gethan, in welcher sie über Feuer gedreht werden. Durch die hierbei stattfindende Oxydation entsteht eine feine schützende Schicht, welche den Federn gleichzeitig die beliebte Anlauffarbe erteilt.

736. Blechschere mit Hebel.

737. Schneiderschere.

738. Schneiderschere von Henckels.

Zur Aufnahme der Feder sind die beiden Schenkel der Schere mit Stiften versehen, auf welche sie vor dem zusammenstellen der Schenkel gesteckt werden.

Die in der Abb. 719 angegebenen Scheren sind sämtlich mit angeschmiedeten Griffen versehen. Doch hat man auch vielfach Scheren mit Holzgriffen. Namentlich sind es die im Freien verwendeten Heckenscheren (Abb. 734), welche, schon der Leichtigkeit, aber auch der Annehmlichkeit halber, mit Holzgriffen versehen werden. Von diesen Scheren hat die letztgenannte eine Eigentümlichkeit, welche uns zu einer ganzen Gruppe Scheren neuester Art überführt. Es sind dies die Gelenkscheren. Hier liegen drei getrennte Ziele vor: Verstärkung der

Digitized by Google

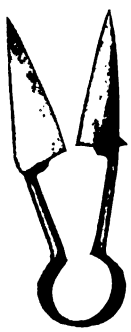
Schneidekraft durch Einschaltung eines Hebels, durch Herstellung einer ziehenden Bewegung, oder endlich durch Festhaltung des Schneidewinkels.

Die Heckenschere (Abb. 735) ist eine Hebelschere und gehört so zur ersten Gruppe. Die beiden Klingen sind für sich gefertigt und drehen sich um den Punkt bei a. Die an den Klingen befindlichen Zäpfchen b und c geben die Drehpunkte für die Griffschenkel ab, welche für sich wieder mit Hilfe der Querschienen d — die andere liegt unten — auf die Klingen wirken. Es liegt hier also weder eine ziehende Bewegung vor, noch ein konstanter Schneidewinkel. Der letztere ist, wie bei allen gewöhnlichen Scheren, im geschlossenen Zustande derselben am kleinsten und vergrößert sich beim öffnen. — Nach demselben Prinzip ist auch die Blechschere (Abb. 736) gebaut.

Der ziehende Schnitt ist u. a. bei der Schneiderschere von Henckels (Abb. 737) zu finden. Hier besitzt der eine Schenkel in der Nähe des Gelenkes und auf der Innenseite, also dem Auge verborgen, eine schräge Führung, in welcher ein Stein gleitet, der durch einen Zapfen mit dem anderen Schenkel verbunden ist. Dieser Stein — eine stählernes Gleitstück — zwingt seinen Schenkel beim öffnen, die durch die Führung des anderen Schenkels vorgeschriebene Bewegung mitzumachen, so daß die Schneiden sich nicht nur, wie üblich, gegeneinander bewegen, sondern sich außerdem noch etwas aneinander verschieben. — Wenn die Hausfrau den Braten schneidet, drückt sie das Messer nicht nur senkrecht gegen das Fleisch, sondern zieht es auch durch, wobei die außerordentlich — mikroskopisch — feinen Scharten sägenartig wirken, wie wir es oben bei den Klingen aus Damaststahl und aus Raffinierstahl besprochen haben.

739. Hübnerschere.

740. Schere aus Preßblech.


741. Schere mit Federgriff.

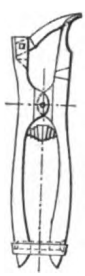

742. Blumenschere.

Abb. 738 zeigt eine Schneiderschere eines anderen Systems (Henckels) und a—d die wesentlichsten Teile derselben. a ist der eine Schenkel, welcher wie gewöhnlich geformt ist und sich nur durch die schräge Führung unterscheidet, welche sich unterhalb des Bolzenloches befindet. Der andere Schenkel ist aus den beiden Teilen b und c zusammen gesetzt, welche sich leicht zu einander verschieben lassen, wobei das in der Klinge erkennbare ovale Loch frei über dem genannten Bolzen spielt. Unten an der Klinge c befindet sich ein Stift m, welcher zu der schrägen Führung des Schenkels a paßt. Wird nun der Schenkel b, durch den Bolzen mit dem Schenkel a vereinigt, gedreht, so kann das nur geschehen, wenn sich die Klinge c um die Schrägung der Führung verschiebt. Es gibt also einen ziehenden Schnitt, welcher durch diese Einrichtung angestrebt wird. Das Scharnier wird durch eine Platte d verdeckt, welche mit einem Schlitz um den entsprechend eingedrehten Bolzen greift und mit dem anderen Ende vermittelst eines Schräubchens an dem Schenkel a befestigt ist. Durch nachziehen derselben werden die beiden Schenkel unten auseinandergepreßt, wodurch sich die Klingen dichter aneinander legen und so in ihrem Schnitt reguliert werden können.

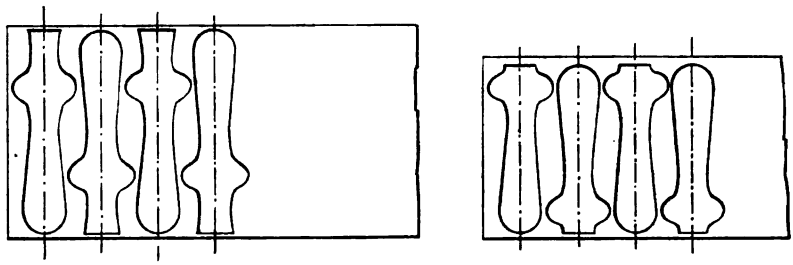
Die Konstanz des Schneidewinkels ist besonders bei den Blechscheren wünschenswert und bei der Hübnerschen*) Schere (Abb. 739) ausgeführt. — Bei den Blechscheren ist oft ein großer Widerstand zu überwinden, zu dem die geringe Reibung zwischen der Klinge und dem Schneidematerial störend tritt. Das erstere ruft das Bestreben hervor,

*) Werkmeister an der Kgl. Fachschule für die Bergische Stahlwaren- und Kleineisenindustrie zu Remscheid.

Digitized by Google

die Hebelwirkung der Klinge möglichst kräftig zu gestalten, also recht nahe an den Drehpunkt heranzugehen; hier aber ist der Winkel der Schneiden gegeneinander so groß, daß letztere ausgleiten, das Schneidestück zurückschieben und so die Absicht vereiteln, große Hebelkraft anzuwenden.

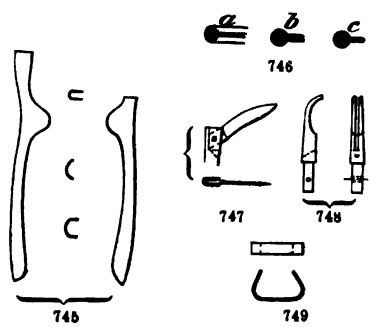
Die Hübnersche Schere zeigt dies nicht. Die Schneiden stehen in jeder Lage nahezu in demselben Winkel zu einander, der besonders abgepaßt worden ist. Hiermit ist zugleich ziemlich angenähert das Problem gelöst, die Schneidekraft unabhängig von der Schneidestelle zu machen: man schneidet das Blech ebenso leicht mit der Spitze, wie mit dem Grunde des Scherenmaules.



743 u. 744. Schnittbleche.

Abb. 739 zeigt die Anordnung: Dem Schenkel der linken Seite fehlt der Griff, welcher der für den anderen Schenkel gesonderten Klinge a zuerteilt ist. An diesem beweglich befestigt befindet sich das Ende der anderen Klinge b, welche oben mit dem Schenkel des linken Griffes verbunden ist.

Die Abb. 740 u. 741 zeigen noch andere Sonderheiten. Die erstere ist unter Beibehaltung der sonst üblichen Form ganz aus Stahlblech — Preßblech — hergestellt, und bei der anderen, der Schafschere, ist das Gelenk durch eine Feder ersetzt.



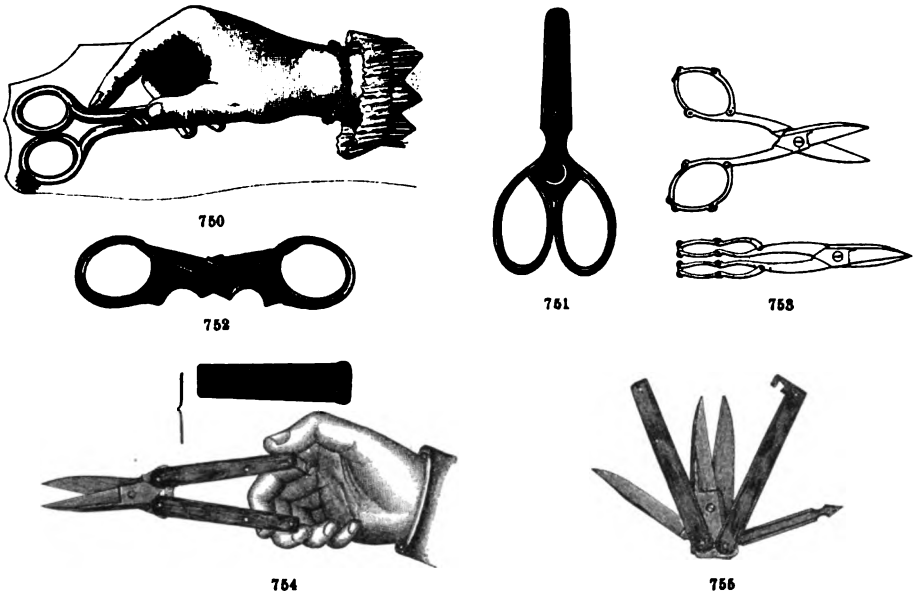
745—749. Teile einer Blumenschere aus Preßblech.

An diese einfache Schere aus Preßblech mag sich eine wesentlich kompliziertere schließen, eine Blumenschere (Abb. 742), ebenfalls aus Preßblech hergestellt. — Das hierzu erforderliche Blech wird zunächst aus entsprechend breiten Streifen für die beiden verschiedenen Schenkel geschnitten (Abb. 743 und 744), dann vorgepreßt und endlich (Abb. 745) fertiggepreßt. Hierauf wird der längere Schenkel (Abb. 746a—c) mit einem besonders gepreßten und mit dem für die Klinge erforderlichen Schlitz versehenen Einsatz (Abb. 747) versehen, während der andere Schenkel zur Aufnahme der Gegengabel (Abb. 748) vorbereitet wird. Ein paar Stifte dienen zur Befestigung der uns bereits bekannten Feder, ein in das Ende des einen Schenkels eingesetzter stärkerer — in Abb. 742 unter dem Schließbügel, z. T. punktiert gezeichnet — als Anschlag und endlich ein Niet zur Verbindung beider Schenkel. Ein einfacher Bügel (Abb. 749), zum abstreifen eingerichtet, sorgt für den Schluß beim Nichtgebrauch. Das Ganze (Abb. 742) ist eine leichte und sehr billige Schere zum Blumenschneiden.

Über diese Methode der Herstellung von Körpern, welche man sonst massiv herzustellen gewohnt gewesen ist, findet der Leser ausführlicheres unter dem Kapitel Kleineisenindustrie, Preßblech. Die hier dargestellte Art der Anfertigung gilt bei den Scheren indessen nur als Ausnahme. Die Regel ist die Herstellung aus dem massiven Material.

Wie bei dem Taschenmesser geschildert, hat man sich auch auf dem Gebiete der Scheren bemüht, der üblichen Form noch Vielseitigkeit und Zweckmäßigkeit nebst Schönheit hinzuzufügen. Abb. 750 zeigt eine Schere zum vorzeichnen von Mustern, Abb. 751 eine

Digitized by Google



750 bis 755. Verschiedene Formen der Schere.

750. Schere zum vorzeichnen von Mustern. 751. Taschen- und Zigarrenschere. 752. Taschenschere. 753. Taschenschere mit Gelenkeinrichtung. 754. Taschenschere nach Art der Taschenmesser. 755. Taschenschere mit Messer und Nagelputzer.

Taschen- und Zigarrenschere, Abb. 752 eine Taschenschere und Abb. 753 eine solche mit Gelenkeinrichtung. Abb. 754 zeigt eine Taschenschere nach Art des Taschenmessers (Abb. 703), und endlich Abb. 755 eine solche mit Messer und Nagelputzer.

Die groben Klingen.

Die Herstellung der groben Klingen führt uns zunächst wieder aus Solingen heraus nach dem westfälischen Gebiet der Schmiede, dahin, „wo der Märker Eisen reckt", in die Enneper Straße, Gevelsberg und Milspe*), und geschichtlich wieder zurück in das Mittelalter. Es handelt sich hier zunächst um ein nur wenig gekanntes Werkzeug, den Sackhauer, wenig gekannt unter diesem Namen und doch in außerordentlich mannigfacher Form verwendet in den ausländischen Kolonien sowie namentlich in Amerika. Der Sackhauer bildet einen Hauptexportartikel der rheinisch-westfälischen Industrie.

Der ordinäre Sackhauer (Abb. 756) ist eine kräftige, etwas gekrümmte Klinge mit einem aus hölzernen Schalen gebildeten Heft, das (Abb. 757) auch in Horn gefertigt ist. Er dient**) in den spanischen und portugiesischen Ländern Südamerikas und Afrikas als Messer im Hause und im Walde, als Beil zu landwirtschaftlichen und selbst Erdarbeiten und zu allen möglichen anderen Zwecken, für die wir unsere Spezialgeräte, vom Taschenmesser bis zum Seitengewehr des Pioniers zu verwenden gewohnt sind. Andere, zum Teil feinere Formen sind in den Abb. 758—766 dargestellt. Sie sind oft mit Lederscheiden versehen und werden am Gürtel getragen, dienen in erster Linie vielfach als Waffe, zum bahnen eines Weges durch das Gestrüpp des Urwaldes und ähnlichen vielfältigen Verwendungen. Endlich finden wir den Sackhauer auch spezialisiert

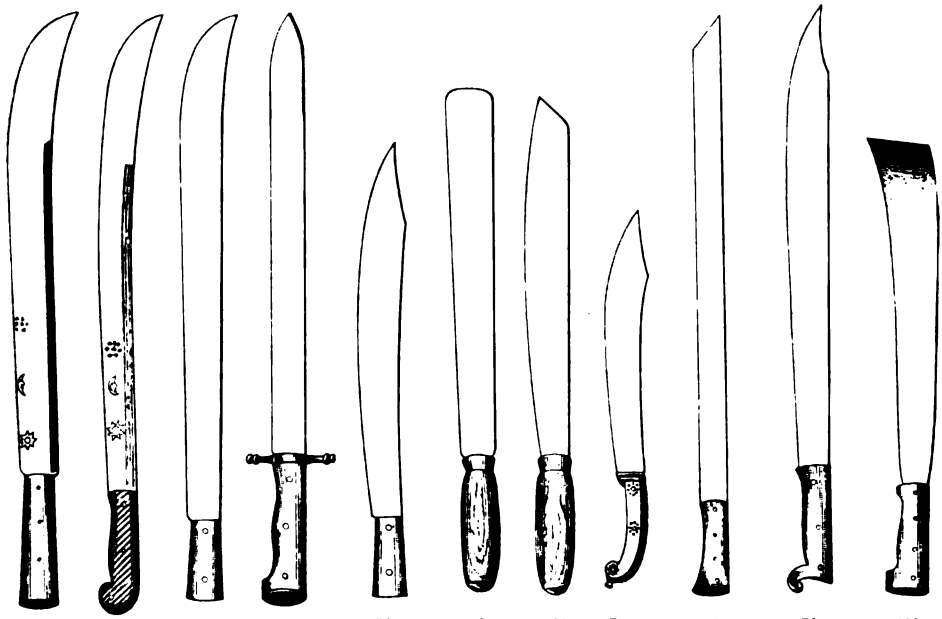
*) Andere Fabrikationsorte sind Werdohl, Sophienhammer bei Neheim-Hüsten, Kalk bei Köln und Schlebusch.

**) Nach den mir von der Firma Luckhaus & Günther in Remscheid, der Hauptexportfirma für diese Länder, freundlichst gemachten Mitteilungen.

Digitized by Google

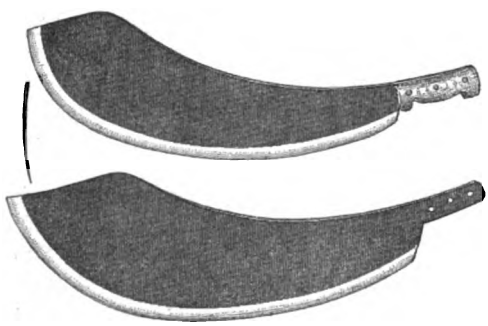
als Zuckerhaumesser (Abb. 767 u. 768) zum abhauen des Rohres in den Zuckerplantagen, wo es wiederum die mannigfachsten Formen erhalten hat (Abb. 770—775). Das ist der „Sackhauer".

Aber woher der Name? — Nachfragen in dieser Richtung führten zu keinem Ziel. Nach den soeben vorgeführten Darstellungen hat das Instrument mit dem „Sack" nichts



756—766. Sackhauer. (Zu S. 289.)

zu thun, und wir müssen nach anderen Stämmen suchen. Einen solchen haben wir aber bereits oben gefunden in dem Worte „Sachs". Bei Betrachtung der Entwickelung des Messers (Seite 261) kamen wir auf den „Scramasachs"*) und den „Messisax", Instrumente, welche genau die Form und die Vielseitigkeit in der Verwendung aufwiesen, wie wir soeben bei dem „Sackhauer" gefunden haben. Fügen wir hinzu, daß die Sachsen ihren Namen von der Lieblingswaffe ihres Führers Wittekind — in der zweiten Hälfte des 8. Jahrhunderts — dem „Sahs" erhalten haben, so erscheint die Beziehung der Worte: „Sahs", einer uralten germanischen Waffe, „Sax" in den Waffen und Werkzeugen Scramasax und Messisax sowie in den überaus ähnlichen modernen Kolonialwerkzeugen: Sachsenhauer, „Sackhauer" durchaus wahrscheinlich, und wir finden so eine hochinteressante Verknüpfung des modernsten Kulturwerkzeuges mit dem uralten Universalinstrument durch Form und Namen.



767 u. 768. Zuckerhauer.

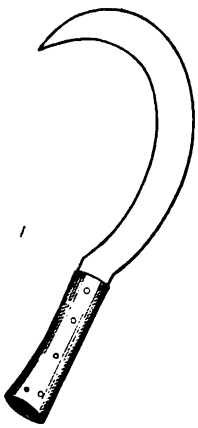
Die Herstellung des Sackhauers gibt zu besonderen Betrachtungen keine Veranlassung. Ursprünglich grobe Schmiedearbeit der alten Schmiedewerkstätte, aus wechselndem Material, bei vorgeschrittener Materialgewinnung verstählt, wie in der Abb. 676 gezeigt, dann, der

*) „Messisax" ist Gebrauchs-, „Scramasachs" Kriegswerkzeug. Der Gedanke liegt nahe, die Silbe Scram zusammenzubringen mit „massakrieren". Messisax führt bekanntlich zum „Messer".

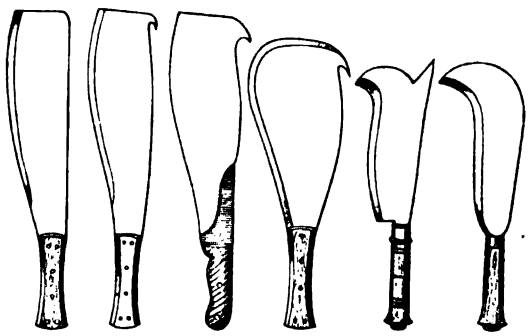
Digitized by Google

modernen Technologie entsprechend, ganz aus Stahl geschmiedet, finden wir auch in den Abb. 770—775 die letzte Stufe vertreten, die Herstellung aus Stahlblech unter Nachrecken oder gar erschleifen der Schneide.

Die gebogene Form (Abb. 769) des Sackhauers führt zur uralten Sichel zurück, und diese wieder bildet das vermittelnde Glied vom Messer zur Sense.



769. Sichelförmiger Sackhauer.



770 771 772 773 774 775

770 bis 775. Zuckerhauer.

Auch die Sense (Abb. 778—783) gehört zu jenen Instrumenten, deren eigentlicher Zweck zuweilen entartet ist. Wie der Bruder derselben, der Sackhauer, die friedlichste Verwendung mit dem Gebrauch als Todeswaffe verknüpft, erinnert die Sense als mähendes Werkzeug des „Sensenmannes" nicht nur an den Tod, sondern hat bekanntlich auch den Bauern vielfach als Todeswaffe gedient, aufrecht befestigt am Stiel, vom friedlichen Erntegebrauch jäh überspringend zu einer schrecklichen Hieb- und Stichwaffe.

776 u. 777. Sicheln.

Der Sitz der rheinischen Sensenindustrie war früher Cronenberg und bis etwa 1770 der durch die Riesenbrücke (Kaiser Wilhelm-Brücke) neuerdings so bekannt gewordene Ort Müngsten, zwischen Remscheid und Solingen, wo Halbach an der Spitze stand und eine größere Zahl von Hämmern beschäftigte. Sein einst herrschaftlich eingerichtetes Wohnhaus dient jetzt einer viel besuchten Gastwirtschaft und ebenso der schöne zu Füßen derselben liegende parkähnliche Garten*). Aus nicht recht aufgeklärten Gründen konnte sich die Fabrikation indessen dort nicht halten und verzog sich nach dem Ennepethal.

Die in der Abb. 786 dargestellte Herstellungsreihe ist von dem letzten im Müngstener Thal thätigen und inzwischen verstorbenen Sensenschmied Sachsenhammer, einem Tiroler Kind, gefertigt, dessen Name sicher der uralten Bezeichnung seines Fabrikates entstammt; und der letzte, vor kurzem mit 91 Jahren gestorbene Sensenschmied des in Rede stehenden Gebietes hieß, ebenfalls seinem Gewerbe entsprechend, Klipperpeter. (Klippern ist das vorletzte kalte behämmern der fertigen Sense; vergl. Abb. 786[15].)

Über die Cronenberger Sensen berichtet Friedrich Heinrich Jacobi im Jahre 1773/74**): „Es verdient besonders angemerkt zu werden, daß man seit einiger Zeit zu Remscheid angefangen, die Steiermärker gebläute Sensen nachzuahmen,

*) Dieses Haus trug früher eine schöne bronzene Glocke mit der Jahreszahl 1787, welche der letzte Besitzer, Georg Halbach, der Königlichen Fachschule für die Stahlwaren- und Kleineisenindustrie des Bergischen Landes schenkte, wo sie heute alltäglich die technische Jugend zusammenruft.

**) Bernhard Schinnerhöfer, „Geschichte des Bergischen Landes." S. 358.

Digitized by Google

und der gleichen nunmehro in verschiedenen Hämmern mit dem glücklichsten Erfolg fabricirt. Vorhin hatten die Cronenberger das exclusive Privilegium, überhaupt Sensen zu fabriciren, und wollten schlechterdings daran nichts nachgeben. Diese Hartnäckigkeit ist Schuld gewesen, daß eine beträchtliche Anzahl Hämmer im Märkischen*) errichtet worden sind. Endlich ist diese Sache durch weise und heilsame Veranstaltungen Ihro Churfürstl. Durchl. Statthaltern Tit. Grafen von Goltstein dahin eingelenkt worden, daß den Remscheidern verstattet wurde, ihren Versuch anzutreten, und wahrscheinlicher Weise wird der Artikel der Steiermärker Sensen bald der wichtigste und einträglichste des ganzen Bergischen Eisen Commerzii werden."

Die Abb. 778—785 geben einige der sehr vielen Formen der Vorläufer und Begleiter der Sensen, der Sicheln (s. auch auf Abb. 776 u. 777) und der ihnen in Zweck und Herstellung ähnlichen Strohmesser, und die Abb. 786[1]—[17] die Herstellung der Sense, wie sie sich bis heute in Rheinland-Westfalen, Württemberg, Baden, Bayern und auch Schlesien seit sehr langer Zeit unverändert erhalten hat. Nur das neue Material, der billige und vorzügliche Stahl — früher Raffinier-, jetzt Flußstahl — brachte eine Verschiedenheit in dem entfallen des verstählens hinein. Doch werden auch heute noch auf der Enneperstraße (oberhalb Hagen i. Westf.) verstählte Sensen gefertigt.

Abb. 786[1] zeigt die Grundform —den gewalzten, früher gereckten — Rohstab, aus welchem nach „steierischer Art" die erste Form ausgereckt — gezaint — wird. Dann folgt (Abb. 786[2]) das biegen und ausschlagen der Hemme, jenes angewinkelten Stückes, mit Hilfe dessen die Klinge an den Stab befestigt wird. Um die Lage zu sichern, wird der Hemme noch die Warze w (Abb. 786[3]) angebildet, deren Herstellungsfolge in den Abb. 787a—e angegeben ist: umbiegen, zusammendrücken des angebogenen Stückes, wobei sich dasselbe seitlich faltet, und fertigformen desselben mit Hilfe eines einfachen Gesenkes. Abb. 786[4] zeigt den Beginn der Breitarbeit, Leistung der „ersten Hitze", die durch die folgende, am Grunde aber von der entgegengesetzten Seite her ergänzt wird. In den Abb. 786[6] u. [7] ist die Verschiedenheit dieser beiden Breitungen, in 2 Hitzen, ausgeglichen, die Sense ist „fertig gebreitet". Dann wird sie zur Hälfte „gerucknet" (Abb. 786[8]) d. h. es wird in der folgenden Hitze der Rücken bis zur Mitte, von der Spitze her, aufgekantet, und nun folgt die letzte Hitze und das „fertigrucknen" (Abb. 786[9]). Die weiteren Arbeiten werden kalt durchgeführt: Unter einem außerordentlich schnell gehenden Hammer, dem mit ca. 400 minutlichen Schlägen arbeitenden Klipperhammer, wird die Sense nachgereckt und geglättet, worauf die Schneide von Hand unter der Schere gerade beschnitten wird. Dann wird die Hemme „aufgesetzt", aus der Ebene der Klinge herausgerichtet, und „gemarkt" d. h. mit dem Zeichen gestempelt. Diese Operationen, das beschneiden, aufsetzen und marken, werden neuerdings — in Österreich — mit Hilfe besonderer Vorrichtungen, welche die Handarbeit etwas erleichtern, durchgeführt, ohne an dem geschilderten Vorgange etwas zu ändern. Nunmehr folgt das härten — in Öl — und das anlassen, in Sand auf glühender Platte, wodurch die Klinge ihre richtige und eigenartige Härte erhält. Die Sense soll schneidhaltig sein, also nicht leicht stumpf werden, trotz der Kieselhaut des Strohes; dabei muß der Stahl so weich bleiben, daß er das dengeln, das kalte zuhämmern der Schneide, welche Arbeit der Bauer selbst vornimmt, verträgt, ohne brüchig zu werden.— Dem anlassen folgt das harte klippern, welches energische behämmern dem Stahl seine Steifigkeit gibt; dann das schaben. Dies ist Reinigungs- und Verschönerungsarbeit und geschah früher von Hand mit einem messerartigen, kratzenden Instrument. Sie wird jetzt unter der Schmirgelscheibe durchgeführt, welche neuerdings aus Pappe hergestellt wird, wie sonst, mit Leder bezogen und mit Schmirgel beleimt. Endlich folgt das spannen, eine Fortsetzung des harten klipperns. Hierzu dient ein kleiner wieder sehr schnell gehender Hebelhammer, unter dem die Klinge so geführt wird, daß die auf der Abbildung erkennbare doppelt geschlängerte Linie entsteht, deren Regelmäßigkeit und Schönheit die volle Beachtung des Schmiedes erfordert und sich der des Käufers erfreut. — Den Schluß bildet das nachrichten, welches der Schneide die schnur-

*) An der Ennepe und Volme, Nachbarschaft von Hagen i. Westf.

Digitized by Google

778. Rheinländische Sense.

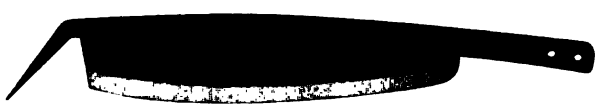
779. Solinger Sense.

780. Münsterländer Sense.

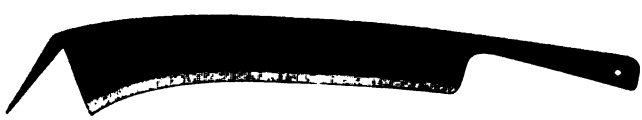
781. Jastrower Sense.

782. Holländer Sense.

783. Belgische Hafersense.

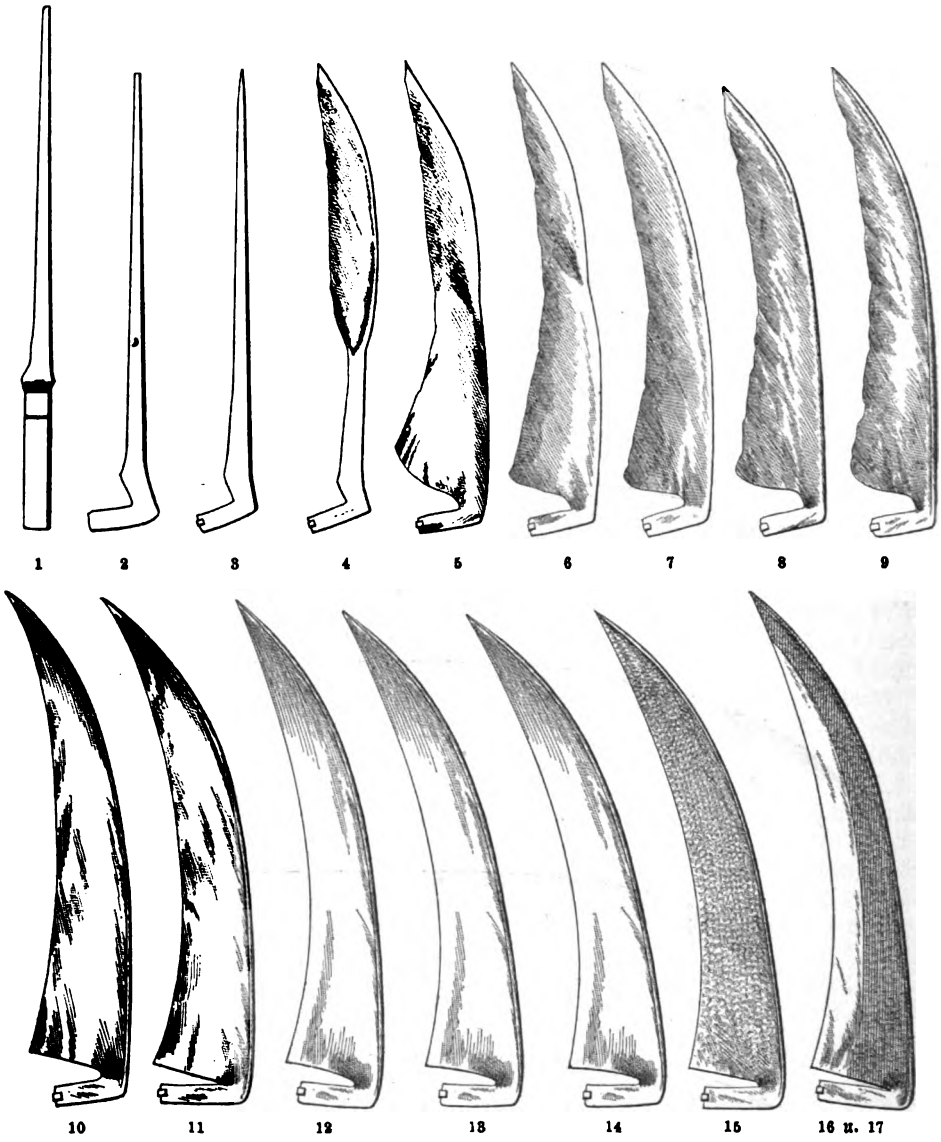


784. Bremer Sichel.



785. Königsberger Sichel.

Digitized by Google



786. **Die Herstellung der Sense.** (Zu S. 291 f.)

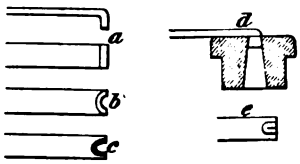
1. Recken aus dem Walzstab (früher Zainen). 2. Biegen und ausschlagen der Hemme. 3. Warze und Spitze. 4. Ausbildung der Warze und breiten der ersten Hitze, von der Innenseite. 5. Umdrehen. Zweite Hitze, Außenseite. 6. Breiten der dritten Hitze, Innenseite. 7. Fertig gebreitet. 8. Zur Hälfte gerucknet. 9. Fertig gerucknet. 10. Glatt geschmiedet, kalt. (Geklippert.) Von Hand beschnitten. 11. Aufsetzen der Hemme, marken (zeichnen). 12. Gehärtet. 13. Abgelassen. 14. Hart geklippert. 15. Geschabt. (Geschmirgelt.) 16. Unter dem Hammer gespannt. 17. Nachrichten, von Hand.

gerade, leicht gebogene Richtung gibt und lediglich nach dem Auge mit großer Geschicklichkeit von Hand durchgeführt wird. — Eine Sense von $^3/_4$ m Länge ist durchweg nicht stärker als 1 mm und wiegt nur 720—750 gr. Das Rohstück (Abb. 786[1]) wiegt 823 gr, so daß sich beim ausschmieden trotz des 10maligen warmmachens ein Gewichtsverlust von nur ca. 12 % ergibt.

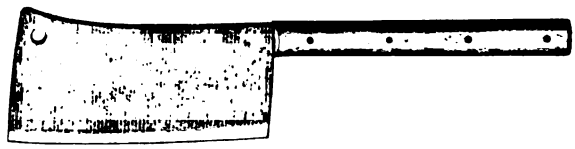
Wie bei vielen ähnlichen Instrumenten — die früher nur gebreitete Säge wird heute fast nur aus Stahlblech herausgeschnitten — hat man es auch bei der Sense versucht, die Breitarbeit zu meiden und die Klinge aus Blech zu schneiden, den Rücken anzunieten.

Digitized by Google

Es ist dies sowohl in Frankreich als auch in Remscheid durchgeführt worden, hat sich aber nicht eingeführt. Solche Sensen werden z. B. nur noch vom Elsaß aus in den Handel gebracht. Das Blatt wird kalt gewalzt, damit der Schnitt nicht verloren geht. Rücken und Hemme werden angenietet. Die Sense wird etwas schwerer, als die nur geschmiedete, und nach diesem Verfahren auch teurer. Wie so oft, ist auch hier die liebe alte Gewohnheit die Hemmerin des Fortschrittes. Es ist ganz zweifellos, daß sich auf dem angegebenen Wege sowohl die bisherige Form, wie die erforderliche Leichtigkeit und Güte erreichen lassen. Aber der Konsument wünscht es noch nicht, und der Fabrikant hat sich nach dem Geschmack des ersteren zu richten.



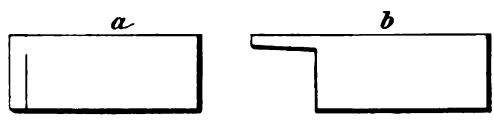
787. Ausbildung der Warze.



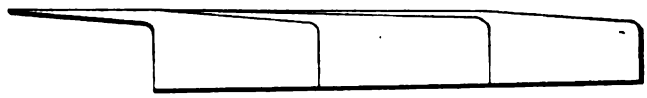
788. Hackbeil.

Wir sehen, die Sense erfordert bei ihrer außerordentlichen Dünnwandigkeit, welche durch die erforderliche Leichtigkeit bedingt wird, eine große Fertigkeit in der Herstellung und schließt sich würdig an ihre elegante Schwester, die Säbelklinge, an. Diese führt uns wieder nach Solingen. Bevor wir jedoch uns diesem beliebtesten Gegenstande zuwenden, müssen wir uns noch kurz mit einem anderen Gegenstand beschäftigen.

Zu den „groben Klingen" und als Übergang zum letzten Abschnitt „Hack- und Hauwerkzeuge" gehören nämlich noch die sogenannten Hackbeile, welche ihrer ganzen Form nach nicht zu den eigentlichen Beilen zu zählen sind. Abb. 788 mag die Gattung veranschaulichen. Früher nur Breitarbeit, wird das Hackbeil heute nur kaum anders als aus Blech hergestellt. Abb. 789 zeigt, wie die Angel zunächst durch einen Schnitt zum Teil abgetrennt (a) dann aufgebogen (b) wird, um nachher durch schmieden fertig gestellt zu werden.



789. Bildung der Angel.



790. Bildung der Angel durch kalten Schnitt.

Endlich ersehen wir aus der Abb. 790, wie sogar auch die Schmiedearbeit auf die einfache Spitzenbildung, das feine warme ausspitzen, beschränkt werden kann, indem die Angel gleich in der richtigen Größe und Stellung durch den Schnitt herausgebildet wird.

Die Säbelklinge.

Die blanke Waffe ist die edelste Form der Klinge. Die Herstellung ist ursprünglich Reckarbeit gewesen und ist es für viele Klingen heute noch. Diese Arbeit bietet uns nichts besonderes mehr dar. — Wo Klingen gereckt werden, ist auch der alte Schwanzhammer; und so finden wir denn in der Abb. 682 ein bekanntes Bild, welches ebenso gut irgend eine andere Reckarbeit vorstellen könnte. Aber der Mann muß sehr sorgfältig schmieden, sehr gleichmäßig, und ebenso sorgfältig mit der Klinge im Feuer umgehen. Kaum ein Werkzeug wird seiner ganzen Ausdehnung nach so beansprucht, wie die Klinge, und wenige Werkzeuge sind so empfindlich gegen Fehler in der Fabrikation, wie diese. Eine gute Klinge soll gebogen werden und wieder gerade zurückspringen. Da darf keine Stelle vorhanden sein, welche zu weich oder zu hart ist. Das erstere würde sich durch eine selbst in geringstem Maße ungemein leicht zu erkennende Knickung, das andere durch unbarmherziges brechen kundgeben. Daher ist der Schwertschmied — so heißt der Klingen-

Digitized by Google

schmied heute noch — von jeher ein geschickter Arbeiter und darum auch von jeher hoch geachtet gewesen.

Aber die Arbeit allein thut es nicht, es muß auch vorzüglicher Stahl gewählt werden. — Der alte Schwertschmied machte sich seinen Stahl selbst und trug so die volle Verantwortung für seine Ware. Heute wird dem Schmied der Stahl geliefert; er ist Lohnarbeiter geworden, und mit der Poesie des Schwertschmiedes ist es längst vorbei. — Das Material war früher häufig eine zwischen zwei Eisenschienen eingeschweißte Stahlschiene, dann Raffinierstahl und ist heute durchgehend Tiegelstahl. Die alten Klingen zeigten also — und die ganz alten, aus Schweißstahl hergestellten erst recht — die eigentümliche Aderung des Schweißeisens, während die neuen Klingen unserer Zeit auch verrostet oder angeätzt ein gleichartiges Aussehen aufweisen. Der Grund ist klar: Der alte Stahl war ein Produkt der Rennarbeit und, wenn man will, des Zufalles*).

Die Bedingungen, unter denen man ein immer gleichartiges Produkt erhalten konnte, kannte der Schmied damals noch nicht. Der Klumpen, Wolf, welchen das Rennfeuer lieferte, war stets ein Gemisch der verschiedensten Kohlungsstufen, und die Kunst, guten Stahl zu erzeugen, war um so schwieriger, als der Zufall bei dem ganzen Vorgang nicht zu bannen war. Je mehr die Stahlnatur des so gewonnenen Materials hervortrat, je härter die Adern, desto besser war die Klinge. Heute ist man über diese Schwierigkeiten hinaus. Lange Jahre hat der Raffinierstahl seine Dienste gethan; er thut sie zum Teil heute noch. Für besondere Zwecke wurde und wird heute noch Damaststahl zusammengesetzt; aber die große Masse kommt, bis auf die feinsten Gattungen, aus dem Tiegel.

Und wie mit dem Material, ist es mit dem Arbeitsverfahren. Der Schmied ist schon vielfach durch den Walzmeister ersetzt, welcher schneller und sicherer seine Arbeit liefert.

Auch das walzen der Klingen ist bei der Besprechung dieses Arbeitsverfahrens (s. Walzen) besprochen worden. Die Klinge wird in den Schlitten eingespannt und beim ersten Stich vorgeformt, unmittelbar nach dem Rückgang wird der Schlitten seitlich verschoben; es folgt der zweite Stich, womit die Formgebung vollendet ist, soweit nicht noch, wie bei vielen Säbeln, ein Krümmen stattfinden muß.

Es folgt nun das härten. Hier kommt wieder eine große Fertigkeit zu Tage. Denn es ist außerordentlich schwer, eine lange Klinge durchweg gleichmäßig warm zu machen. Der Härter hat hier wohl ein Hilfsmittel in dem Langfeuer, einem mit mehreren Düsen versehenen Härtefeuer; auch benutzt er zuweilen eine Art Flammofen. Aber die eigentliche Kunst besteht darin, die Klinge in dem gewöhnlichen, wenn auch etwas breit gehaltenen Feuer durchaus gleichmäßig zu wärmen, was er durch hin- und herziehen unter genauer Beobachtung der einzelnen Stellen schnell und sicher bewerkstelligt. Ist dies erreicht — dann schnell in den Härtebottich, wo wieder höchste Gleichmäßigkeit des eintauchens unter Berücksichtigung der dünneren Spitze beobachtet werden muß. — Dem härten folgt das nachlassen der etwas gescheuerten Klinge, meist bis zum blau, und diesem das schleifen. Wiederum große Übung und die derselben entsprechende Gewandtheit. Ist es schon schwer, eine kurze Messerklinge sauber und gleichmäßig zu schleifen und zu polieren, so erfordert die viel längere Säbelklinge wesentlich mehr Geschicklichkeit. — In der Hauptsache geschieht das schleifen auf den uns bereits bekannten großen, naß gehaltenen Schleifsteinen, und zwar auf dem Rücken quer und auf den Seiten der Länge nach. Um indessen die verschiedenen Hohlkehlen zu bearbeiten, werden kleine Steine mit entsprechender Profilierung verwendet, die dann natürlich in der Längsrichtung arbeiten. Das putzen oder fertig polieren geschieht an der ganzen Klinge in der Längsrichtung, bis auf die kurze Stelle am Heft, wo der Querschliff einsetzt. Diese Stelle ist es auch, welche bei den feineren Klingen noch besonders verziert wird. Auch hier wird das Wort „damascieren" verwendet. Dasselbe hat aber, wie wir bereits oben (Seite 133) gesehen haben, mit dem dort eingehend erläuterten Begriff „Damast" nichts zu thun. Die echten Damastfiguren gehen durch und durch und können nicht ausgeschliffen werden oder durch Abnutzung vergehen, was mit der damascierten Oberfläche leicht geschieht. Bei

*) Siehe den Abschnitt: Kleineisenindustrie, Stahl.

Digitized by Google

wirklich guter Ware ist es auch die Gravierung, welche hier einsetzt, das vertiefte ausarbeiten der oft so schönen Verzierungen, vielfach verbunden mit Inschriften und Vergoldungen. An die Stelle der kostbaren Gravur tritt oft die wesentlich billigere Ätzung, welcher meist ein Druckverfahren, im Sinne der Massenarbeit, zu Grunde liegt. Mit einer Art Druckerschwärze werden die Verzierungen auf Papier gebracht und dies auf die Klinge gelegt, welche nun nur an den von der fetten Schwärze freien Stellen von der Beize angegriffen werden kann.

Auch auf diesem Wege können künstlerisch wirksame und tiefe Verzierungen ausgearbeitet werden, obschon man sich häufig mit dem weniger dauerhaften mattätzen begnügt.

Gute Klingen halten sehr starke Proben aus, und namentlich die Militärlieferungen erheischen besonders sorgfältige Prüfungen. Die von der weltberühmten Firma Weyersberg, Kirschbaum & Co. in Solingen s. Z. für England gelieferten Klingen beispielsweise wurden folgenden Proben, welche persönlich von dem Kommissar angestellt wurden, unterworfen: Die Klinge mußte zunächst eine Belastung von 16 kg, auf die Spitze gelegt, tragen können, ohne eine Durchbiegung erkennen zu lassen. Alsdann wurde diese Belastung vermehrt, wobei die Klinge sich um 16 cm zusammenbiegen durfte, aber wieder gerade zurückspringen mußte. Dann wurde mit voller Wucht ein Schneidhieb auf einen Eichenblock geführt, und es mußte danach die Krümmung unter Anwendung einer genauen, vertieften Schablone als unverändert nachgewiesen werden. Nunmehr wurde, die Biegeprobe, die Klinge in einen besonderen Apparat gespannt und darin um 90°, winkelrecht zum Heft, gebogen, wonach sie abermals wieder gerade springen mußte. Endlich wurde das Gewicht und die Lage des Schwerpunktes bestimmt, und nun erst durfte die Klinge mit dem Abnahmestempel versehen werden.

Es ist sehr fraglich, ob die besten Damascenerklingen solche Proben zu bestehen vermögen. Unsere durch die heutige Wissenschaft geschulte Technik hat das alte, empirische Verfahren längst überholt.

Hack- und Hauwerkzeuge.

Zum erfolgreichen hauen gehört die erforderliche Wucht, das Erzeugnis von Gewicht und Geschwindigkeit. Um der Spitze, als Waffe gedacht, dem Messer, Wucht zu geben, muß der Arm gestreckt werden; und ein kräftiger Schlag erfordert schon das Gewicht eines Steines, oder eines sonstigen in der Faust gehaltenen schweren Körpers. So wurde aus dem Stein die Keule, das an einem Stiel befestigte Gewicht, aus dem kurzen Messer der lange und daher schon wuchtige „Sax". Aber auch dessen Wucht genügte nicht, und zur rohen Stielwaffe, der Keule, gesellte sich das Beil, die Streitaxt.

So ist das Beil, der Grundtypus der Axt, der Hacke und der Picke, in seiner Entwickelung als dritter Zweig des Begriffes „Klinge" zu betrachten. Dieser Zweig reiht sich als Vertreter einer Gruppe, welche wir nach obigem auch Stielwerkzeuge nennen können — zu denen auch der Hammer zu zählen ist — der Seitenlinie „Keule" aus dem Begriff der Waffe an.

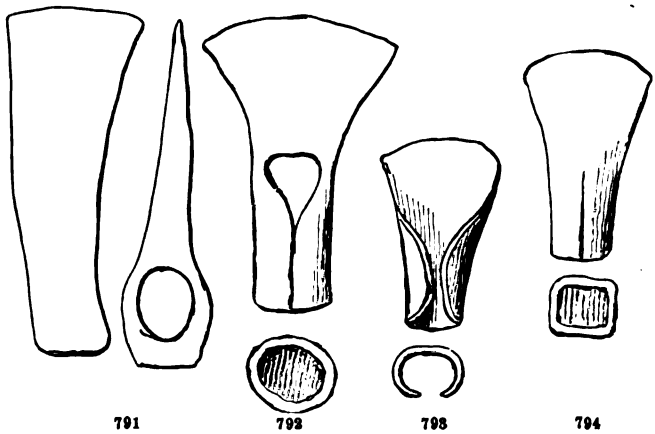
Daß auch die Verwendung des Stieles schon uralt ist, beweisen die Steinäxte mit ihren unendlich mühsam hergestellten Bohrungen. Ihnen gingen die Werkzeuge mit angebundenen Stielen voraus, die zum Teil auch Bohrungen hierfür besaßen. Aber gerade die Schwierigkeit der Herstellung des passenden Auges — wir haben dieses Umstandes auch beim Hammer gedacht — ließ die eigentliche Form des Beiles erst später entstehen.

Abb. 791 aus einem Funde bei la Tène in der Schweiz, Zeit der Pfahlbauten, zeigt einen ersten Versuch zu einer solchen. Die demselben Fundort entstammenden Formen (Abb. 792 u. 793) bedeuten schon einen Fortschritt, und Abb. 794 weist bereits das wirkliche, eingetriebene Loch auf. Die Tiefe dieser Höhlung, die Länge des Loches, gibt einen Maßstab für den Stand der Technik in der Herstellung dieser Formen,

Digitized by Google

ein Fortſchritt, der eigenartigerweiſe heute erſt ein vielleicht vorläufiges Ziel erreicht haben dürfte.

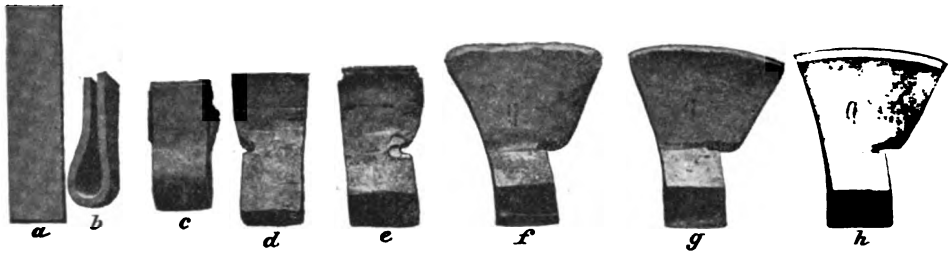
Hier nämlich beobachten wir wieder den bekannten Rundlauf: Uralt iſt die Lochung bei kräftigem Kopf des Beiles (Abb. 791); die neuere Technik bildet die erforderliche Höhlung durch zuſammenbiegen, wie wir gleich ſehen werden (Abb. 795 u. 797), und die Fortſchritte des letzten Jahrzehntes führen zu der Möglichkeit, ſchöne lange Hülſen wieder aus dem Vollen herauszuziehen (Abb. 798).



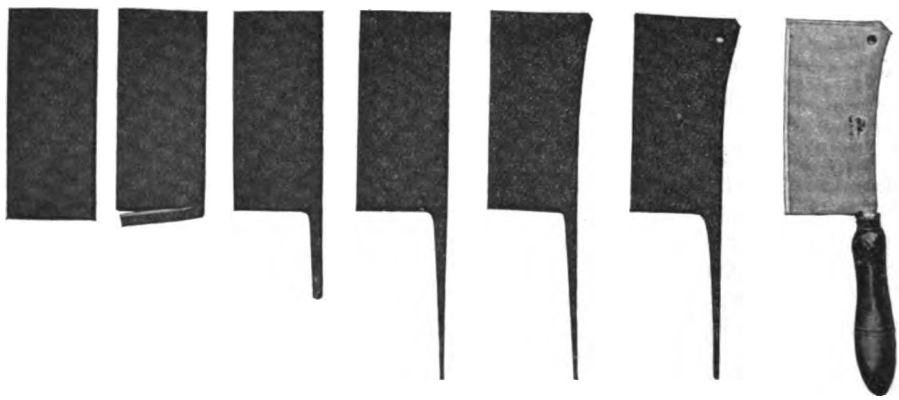
791 792 793 794

791 bis 794. Alte Beilformen.

Abb. 795 zeigt die heute übliche Art und Weiſe, ein Handbeil zu ſchmieden, entnommen der Sammlung der Remſcheider Fachſchule, in 8 Stufen: a das Rohſtück, b dasſelbe zuſammengebogen und in c mit dem eingeklemmten Stahlſtück verſehen. d iſt die erſte und e die zweite



795. Herſtellung des Handbeils.



796. Herſtellung des Hackmeſſers.

Schweißung, letztere gleich mit der erſten Formgebung verbunden. Dieſelbe iſt in f vervollkommnet und in g vollendet. h zeigt das fertig geſchliffene Beil.

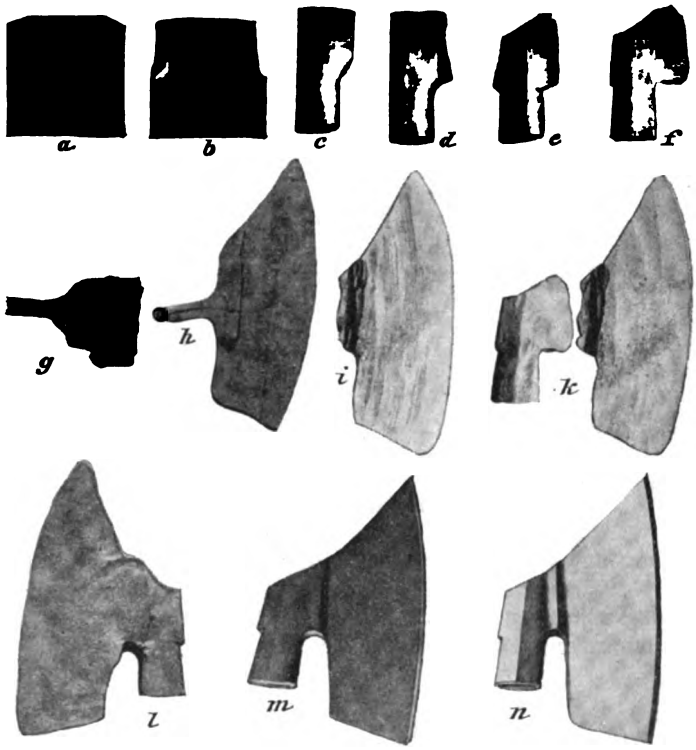
Derſelben Sammlung entſtammt die Entſtehungsreihe des Schlächterbeils (Abb. 797), bei welchem die Bildung der Hülſe eine andere iſt. Dieſelbe wird aus Blech zunächſt für ſich vorgebildet, wie in den 6 erſten Stadien (a bis f) gezeigt iſt. Das verſtählte Blatt

Digitized by Google

wird dann für sich (g bis i) vorbereitet, wobei wir den eingelegten Stahl sowie den zur Handhabung erforderlichen Zapfen erkennen. Derselbe wird dann (k) abgetrennt, worauf die Hülse mit dem Blatt durch Schweißung verbunden und in 4 Zügen fertig ausgebildet wird.

Ähnlich wie bei dem Beil und der Axt werden die Augen der Picken und Hacken hergestellt, soweit sich das neuere Verfahren der Bildung aus dem Vollen nicht geltend macht.

Abb. 798 zeigt die Arbeitsweise einer amerikanischen Presse*) (Pittsburg), bei welcher ein neues Prinzip zur Durchführung gelangt ist. Es handelt sich dabei darum, das Lochen so zu bewirken, daß noch recht viel Material stehen bleibt, welches zur Hülsenbildung



797. Herstellung des Schlächterbeils.

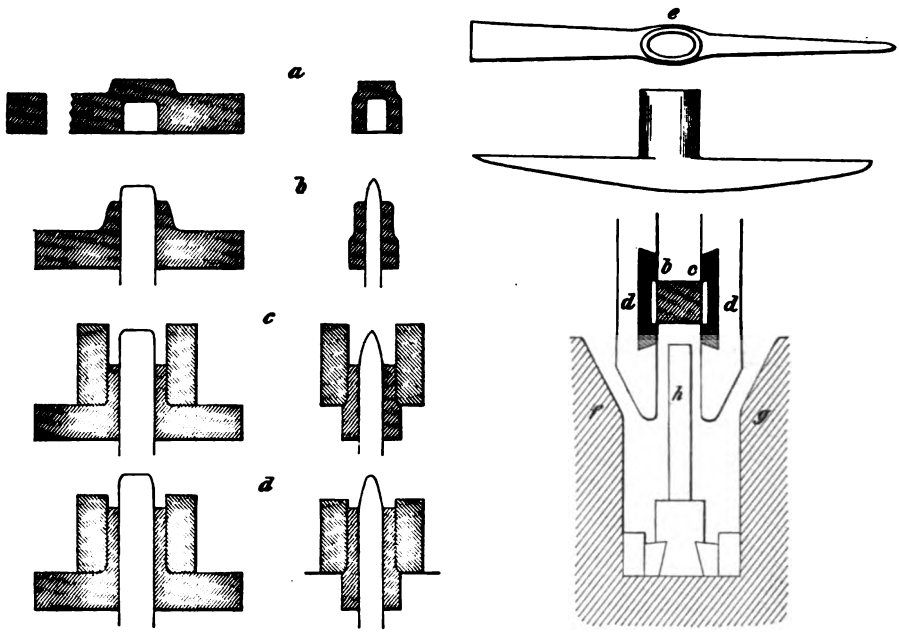
verwendet werden kann. — Wir geben nur die wesentlichen Teile der Maschine, welche als Presse mit oben liegender Kurbelachse und schwerem Zahnradantrieb zu denken ist. — Das glühende Stück, ein kurzes Ende Quadrateisen, wird zwischen die beiden Backen b und c gelegt, welche, von Stahl, in die kräftigen von oben her angetriebenen Preßstangen d festgekeilt sind. Beim niedergehen stoßen diese unten schräg zugearbeiteten Stangen gegen die oben entsprechend ausgeweiteten Führungen f und g und werden gezwungen, das bis dahin lose einliegende Rohstück fest zu packen, welches unmittelbar darauf auf den Dorn h gestoßen wird. Dieser bringt in das Material ein und erzeugt darin zunächst eine Vertiefung (Abb. 798a). Auf diese Weise werden Tausende von Stücken vorgestanzt, entweder, um gleich inzwischen zu erkalten, oder, je nach der Anlage, neu vorgewärmt, den weiteren Vorgängen unterzogen zu werden.

Diese vollziehen sich genau in derselben Weise, nur infolge der Form und der Stellung des Dornes je mit anderem Erfolge.

*) Skizzen des Verfassers aus der Amerikafahrt des Vereins deutscher Eisenhüttenleute, 1890. Vergl. „Stahl und Eisen", 1891.

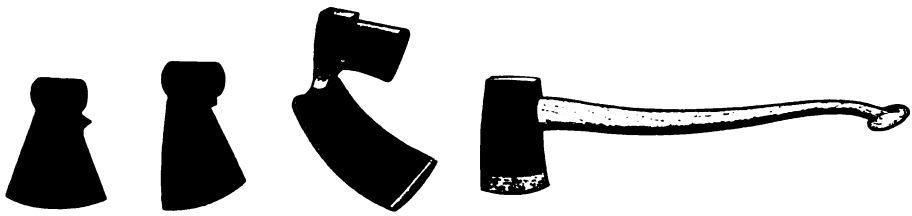
Digitized by Google

Wie die Abb. 798a zeigt, ist bei dem eingestoßenen Loch noch ein Boden geblieben. Dies ist das Material, welches für die zu bildende Hülse bereit gestellt worden ist. Der nächste Dorn (b) ist scharf und wettet nur, das Material beiseite drängend, welches sich zum Teil nach oben begibt und der Hülse noch mehr zu gute kommt. Der nun folgende



798. Bildung der Hakenaugen.

Dorn (c) ist dicker und zwingt das Material auszuweichen. Bei diesem Preßstoß setzt sich aber über den oben gebildeten Wulst eine Hülse, welche die Ausdehnung nach außen hin hindert und den Stoff zwingt, sich nach oben zu begeben, die Hülse zu verlängern. Dieser Vorgang, den wir ziehen nennen können, kann wiederholt werden (d) und so eine Hülse



799 u. 800. Beile. 801. Hacke. 802. Amerikanische Art.

von einer Länge bilden, welche der vorher bewirkten Anhäufung von Material entspricht wie in d und e gezeigt.

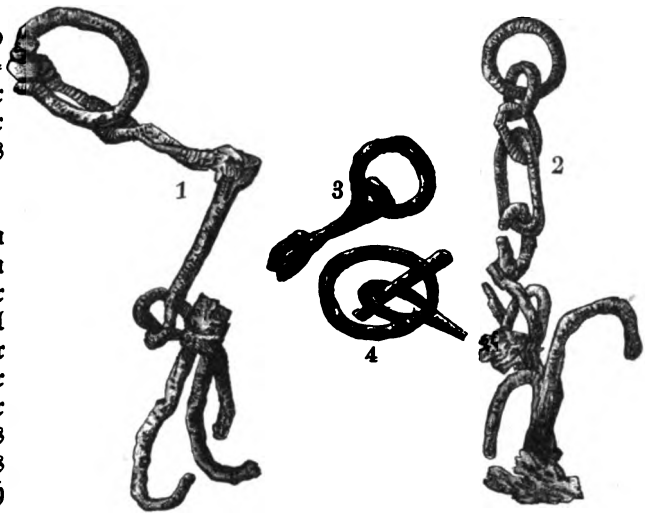
Abb. 799—802 zeigen einige Formen von Gegenständen als eine kleine Auswahl aus einer sehr großen Zahl von Werkzeugen dieser Art.

Digitized by Google

Die Herstellung der Ketten.

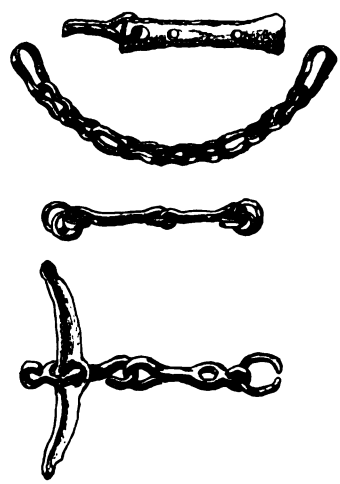
Eine Kette entsteht durch reihenmäßiges aneinanderhängen von losen ringförmigen Körpern, den Gliedern, ganz unabhängig von der Form und dem Material der letzteren. Ist die Zusammensetzung derart, daß eine lose drehbare Beweglichkeit nicht erhalten wird, so entsteht ein Band.

Der Kettenpanzer wird gebildet durch seitliches aneinanderneſteln von Ketten, der Schuppenpanzer in ähnlicher Weise aus Bändern, die aus Schuppen zusammengesetzt worden.

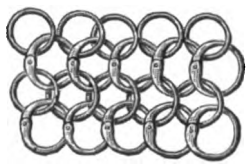


803. Ketten, gefunden zu Khorsabad.

Die ältesten*) — eisernen — Ketten entstammen einem Funde von Victor Place, der denselben als Resident in Mosul (eine alte Stadt am rechten Ufer des Tigris) etwa zu Anfang der 60er Jahre gemacht hat. Er stieß unter den Trümmern eines Palastes auf ein großartiges Eisenmagazin, in welchem sich an 160000 kg Eisen befand, zum größten Teil Luppen, zum Teil feinere Schmiedestücke, darunter auch Ketten, wie in der Abb. 803 1—4 dargestellt. Dieselben sind bereits geschweißt, verraten also eine nicht unbedeutende Fertigkeit in der Verarbeitung des Eisens. Dem gegenüber stehen alte Reste römischer Panzer von Nydam, aus der Sammlung in Kiel (Abb. 804), bei denen die Ringe genietet waren. Nietung wird vielfach statt der Schweißung gefunden. Auch der Kunstschmied des frühen Mittelalters verwendete an seinen Gittern häufig das Niet, wo später geschweißt wurde. — Abb. 805 zeigt alte römische Ketten (Mainz), zum Teil nur zusammengebogen, zum Teil geschweißt.


805. Römische Ketten im Museum zu Mainz.

Bei feineren Kettenpanzern fällt auch die Nietung fort; die Ringe sind nur zusammengebogen. Und dies führt uns zu den Grundverschiedenheiten der Kettenarten: offene, wenn sie auseinandergehakt werden können, und geschlossene, wenn dies nicht der Fall ist. Die geschlossenen Ketten sind entweder fest oder lösbar geschlossen oder aber geschleift, die offenen Ketten entweder gebogen oder gegossen bezw. geschlagen.


804. Stück eines römischen Panzerhemds.

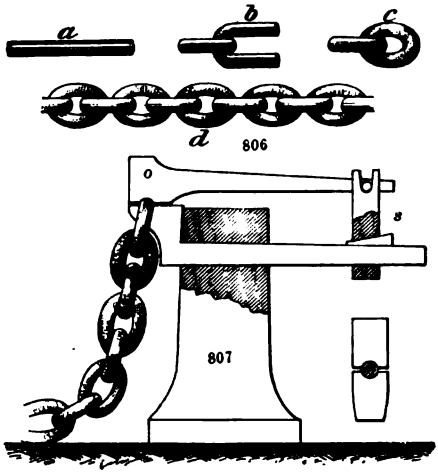
Endlich gibt es auch Ketten, die man Verbundketten nennen könnte und die aus geschlossenen und offenen oder aus fest- und lösbar geschlossenen Gliedern bestehen.

Ferner unterscheidet man je nach der Verwendung Befestigungs- und Lauf- (auch Treib- oder Transmissions-)ketten. Indessen läßt sich jede Kette der ersten Bezeichnung als letztere verwenden, wenn sie nur regelmäßig genug gearbeitet ist.

*) Dr. Ludwig Beck, Band I. S. 136.

Digitized by Google

Die Herstellung der geschlossenen eisernen Kette geschieht in der Regel durch zusammenbiegen und verschweißen eines geeignet vorgewalzten Rundstabes. Die Stücke werden von Länge gehauen (Abb. 806a), erst in der Mitte (b) und dann an den Enden (c) gebogen, zusammengebogen und über einem Horn verschweißt. Das folgende Glied wird vor dem zusammenbiegen in das frühere eingehakt, gerichtet und wie das erste geschweißt, so daß diese Arbeit stets am Ende der bereits fertigen Kette vorgenommen wird.

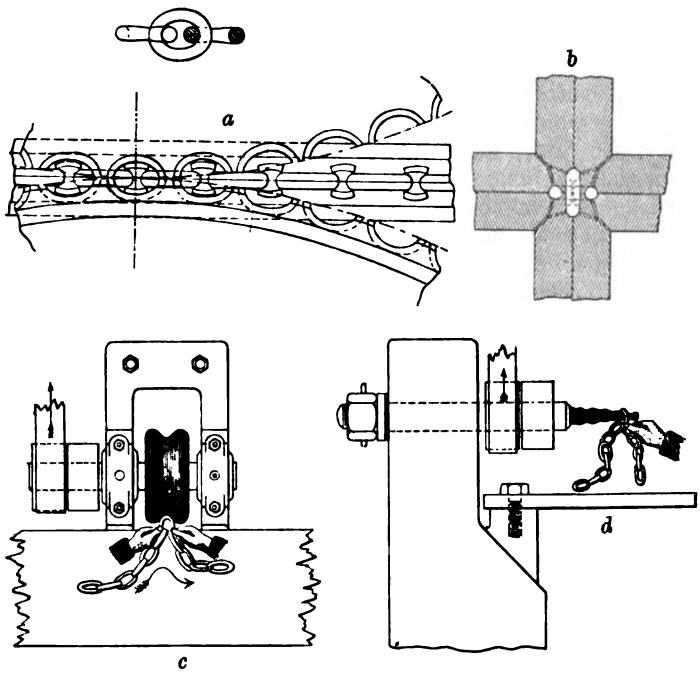


806 u. 807. Herstellung eines Kettengliedes.

Um die genaue Form der Glieder bequem wahren zu können, verwenden die Kettenschmiede eigentümliche Gesenke, welche (Abb. 807) durch den Amboß gesteckt werden. Auf den weit hervorragenden Stiel derselben wird ein Scharnier s gekeilt, um welches sich das Obergesenk o dreht. Das schweißwarm gemachte Glied wird zwischengebracht und durch einige schnelle und kräftige Schläge, welche auf den Kopf des Obergesenkes geführt werden, verschweißt.

808. Ein Kettenschaken.

Zum vereinigen namentlich der schweren Ketten zu großen Längen dienen die Schaken (Abb. 808), welche zu den lösbaren Kettengliedern gehören und gewissermaßen zu den Verbundketten überführen. Bei den Laufketten, welche besonders gleichmäßig ausfallen müssen, werden die Glieder nach dem schweißen und in derselben Wärme noch einmal in ein besonderes Gesenk geschlagen, welches durch entsprechendes längen oder stauchen das genaue Maß herstellt.



809. Kettenwalzen.
a u. b Walzwerk, c äußere, und d innere Vollendung der Glieder.

Nach diesem Verfahren werden alle Schweißketten gefertigt, sowohl die schweren Schiffsketten als auch die kräftigen Kranketten, bis zu den feinen bis zu 2 mm heruntergehenden Dutzendketten für Haus und Hof. Es erfordert diese Arbeit namentlich für die kleineren Sorten eine große Gewandtheit und in allen Fällen eine außerordentliche Ge-

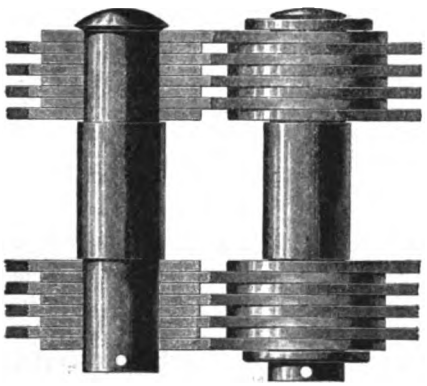
Digitized by Google

schicklichkeit in der Behandlung des Feuers. — Das Brennmaterial ist in der Regel Kleinkoks.

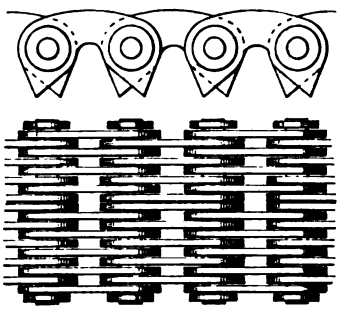
Handelt es sich nicht um Eisen, sondern um ein nicht schweißbares Material, wie Holz, Knochen oder Elfenbein u. s. w., so ist zunächst nichts anderes als die Schnitzarbeit zu verwenden, bei welcher die einzelnen Glieder in ihrem Zusammenhange aus dem vollen Stab herausgearbeitet werden müssen. Hierin haben die Chinesen eine große Fertigkeit, welche, wie die bekannten mehrfach ineinanderliegenden Kugeln, vielfach kunstvoll gearbeitete Ketten durch Schnitzarbeit zu liefern wissen. Doch haben wir jetzt auch derartige Künstler in Deutschland, wie z. B. die hervorragenden Arbeiten von F. Saueracker im Bayrischen Gewerbemuseum zu Nürnberg beweisen.

Dieser Umstand, die Möglichkeit der Herausarbeitung einer Kette aus dem Vollen, hat zu einem Verfahren geführt, welches erst im letzten Jahrzehnt zur Durchführung gelangt ist: die Herstellung der Ketten durch walzen.

Abb. 809a u. b stellt ein hierzu bestimmtes Walzwerk, von Klatt & Co., Germania in Neuwied dar. Dasselbe besitzt vier zusammenlaufende Walzscheiben, auf deren Umfang die erforderlichen Vertiefungen eingraviert sind. Natürlich sind es aufgesetzte Stahlstücke,



810. Gelenkkette. (Zu S. 304.



811. Kette von Arnold. (Zu S. 304.)

welche diese Ausarbeitungen enthalten. Die kreuzförmig vorgewalzte Eisenstange wird durch diese Walzen so gequetscht, daß sie bereits die ganze Kette in etwas zusammengeschobenem Zustande enthält, so daß es nur des Durchbruches der dünnen verbindenden Stellen bedarf, um die Glieder lose und doch zusammenhängend zu erhalten. Auch dies wird maschinell vorgearbeitet und dann von Hand vollendet. — Abb. 809c zeigt die äußere und Abb. 809d die innere Vollendung der Glieder.

Auf diese Weise werden Ankerketten für den Bedarf der Schiffe und namentlich Tauketten für die Kettenschiffahrt gefertigt.

Nach den mit diesen Ketten angestellten Zerreißversuchen sind dieselben den Schweißketten um das doppelte überlegen. Es kann nach diesem Verfahren Stahl bis zu 80 kg Festigkeit, und auch mit besonderem Vorteil gegen die Wirkung des Seewassers Deltametall bis zu 75 kg verwendet werden.

Gegossene Ketten werden in einfachster Weise als Verbundketten hergestellt, welche wir weiter unten näher kennen lernen werden, oder aber im Sinne der aus dem Vollen hergestellten Ketten wirklich geschlossen gegossen. Diese Arbeit gilt indessen mehr als Kunststück und findet z. Z. auch wohl nur als solches Verwendung. Immerhin sind ernste Bestrebungen zu verzeichnen.

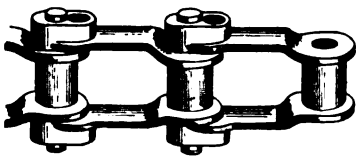
Eigenartigerweise sind hier die Indier bahnbrechend vorangegangen, welche — in Jeypore, Rayputana — sehr schöne bronzene Ketten gießen. Sie stellen sich das Modell aus Wachs her, formen darüber roten Thon, schmelzen das Wachs aus und gießen Bronze hinein. Dies Verfahren läßt sich aber für Stahlguß, welcher für die große Ver-

Digitized by Google

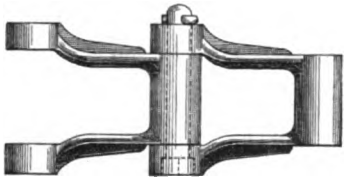
wendung allein in Frage kommt und 2% Schrumpfung besitzt, sowie auch aus anderen praktischen Gründen nicht gut verwenden.

Imbert & Leger*) haben die Aufgabe dadurch gelöst, daß sie gußeiserne Coquillen verwenden, welche unmittelbar nach dem gießen, sobald es der Erstarrungszustand eben zuläßt, auseinandergenommen werden, so daß die folgende Schwindung ungehindert erfolgen kann. Nach diesem Verfahren hergestellte, in Stahl gegossene Ketten haben eine Festigkeit von 60 kg auf den Quadratmillimeter erwiesen. Bronzene Ketten aus Deltametall sind s. B. für den brasilianischen Kreuzer Riachnelo gegossen worden. Indessen scheint keine weitere größere Ausführung vorzuliegen.

812



813

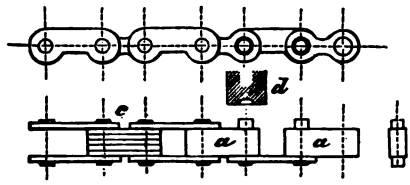


814

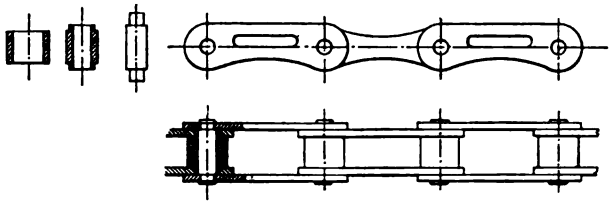
812 bis 814. Gelenkketten.

Als fest geschlossen sind auch die unter dem Namen „Gelenkketten" vielfach im Gebrauch befindlichen Ketten zu betrachten. Wennschon zusammengesetzt, sind sie doch nicht ohne weiteres lösbar. Sie bestehen (Abb. 810) aus gebohrten Plattenpaaren, welche durch Bolzen vereinigt sind. Ihre Verwendung ist eine sehr mannigfache. Ursprünglich von Gall als Krankette verwendet, wozu sie sich vorzüglich eignet, hat sie als Triebkette (s. auch Abb. 811 u. 812) ein sehr weites Feld erobert und ist auch vielfach ausgebildet worden; sie wird auch durch schlagen oder tempern (Abb. 813 u. 814) erzeugt. Abb. 815 u. 816 zeigen die Form, welche sie für das Fahrrad angenommen hat. Aus den rohen Flacheisenstücken, mit denen sie sich im Maschinenbau eingebürgert hat, sind fein polierte stählerne Plättchen geworden; die Bolzen haben gehärtete Stahlhüllen erhalten. So beherrscht diese Kettengattung das Feld als wichtigstes und verantwortlichstes Organ des heute so beliebten Vehikels.

Bei großen Ketten werden die Zapfen der Leichtigkeit wegen gebohrt, wodurch gleichzeitig eine größere Sicherheit für die Güte des Materials gewährt wird (Abb. 817).



815. Kurze Fahrradkette.



816. Lange Fahrradkette.

Den fest geschlossenen Ketten gehören noch diejenigen an, bei denen die Befestigung der zusammengebogenen Enden durch löten oder nieten stattfindet. Hierzu gehören vor allem die aus Edel- und sonstigen Metallen hergestellten Ketten, welche, soweit sie nicht nur einfach zusammengebogen sind, stets gelötet werden. — Das oben gelegentlich der Anführung sehr alter Ketten angegebene vernieten wird nur noch in den allerseltensten Fällen geübt.

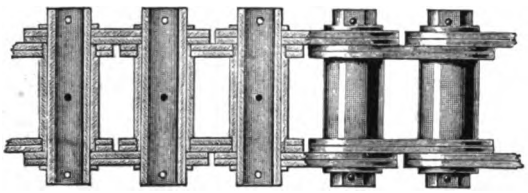
Die lösbar geschlossenen Kettenglieder — ganze Ketten werden naturgemäß kaum auf diese Weise hergestellt — können auf recht verschiedene Weise gebildet werden und entstammen meist dem Schlag- oder Temperprozeß. Abb. 818 stellt ein sehr zweckmäßig und täuschend wirkendes Glied dieser Art dar. Dasselbe besteht aus zwei vollkommen

*) „Stahl und Eisen" 1886. S. 812.

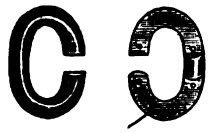
Digitized by Google

gleichen Teilen, welche seitlich aufeinander gelegt und vernietet werden. — Mit Hilfe solcher Glieder ist man imstande, sehr lange Ketten aus kürzeren Enden zusammenzusetzen, ohne dem Aussehen und kaum der Haltbarkeit zu schaden.

Zu den lösbar geschlossenen Kettengliedern gehören auch die oben bereits erwähnten Kettenschaken (Abb. 808). Dieselben werden nur aus Schmiedeeisen hergestellt und dienen ebenfalls zur Verbindung bereits vorhandener langer Ketten.



817. Kette mit hohlen Zapfen.

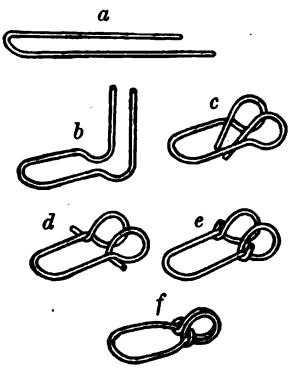


818. Zusammengesetztes Glied.

819. Schleifenkette.

Eine höchst interessante Gattung der fest geschlossenen Ketten sind die aus Draht durch verschleifen hergestellten, denen für Flächen die Flechtwerke (Abb. 448 u. 449) entsprechen. Dieselben sind, aus Halbedelmetallen hergestellt, als Zierketten, für Hängelampen und ähnliche Zwecke längst bekannt und beliebt und haben in der Neuzeit auch als Gebrauchsketten vielfach Verwendung gefunden; sie machen jetzt sogar den leichten geschweißten Ketten erheblich Konkurrenz.

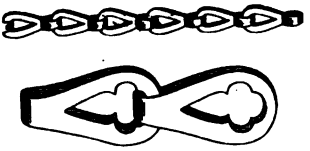
Abb. 819 stellt ein System dieser Kettengattung, von Schlieper & Nölle in Grüne i. W. und Weißenfels a/S. (amerikanische Victorkette), dar. Die Glieder werden, wie an einem anderen System (Abb. 820a—f) erläutert, aus Drahtenden mit Hilfe selbstthätiger Vorrichtungen auf maschinellem Wege zusammengebogen und verschlungen und zeichnen sich durch ihre große Leichtigkeit und Festigkeit aus.



820. Bildung von Schleifenketten.

Die zu solchen Arbeiten verwendeten überaus sinnreichen Maschinen werden vorzugsweise von der auf diesem Gebiete den deutschen Markt beherrschenden Firma Malmedie & Co., Düsseldorf, gebaut.

Als ältere Gattung der Schleifenkette ist noch die aus Blech gestanzte (Abb. 821) zu erwähnen, welche als eine sehr solide Vertreterin angesehen werden muß, wennschon sie meist nur als Zierkette Verwendung findet. Glieder dieser Ketten werden mit der Maschine aus Blech gestanzt und von Hand zusammengeschleift (Kraft & Schütt in Düren).*)



821. Zusammengebogene Glieder aus Blech.

Als Übergang zu den offenen Ketten sind nunmehr die nur zusammengebogenen Ketten zu nennen, deren einfachste und bekannteste Vertreterin die Gewichtskette der Wanduhren ist und auch sonst sehr viel Verwendung findet. Auch Uhr- und sonstige Zierketten — überall, wo die Beanspruchung nur gering ist — werden nach diesem Verfahren hergestellt. Abb. 822a—f zeigt verschiedene hierher gehörige Arten, von denen f dem Aussehen nach an die Schleifenkette (Abb. 819) erinnert. Abb. 823 g—n zeigt eine Form, welche eigentlich als Vorstufe zu der geschränkten geschweißten (Hunde-)Kette anzusehen ist,

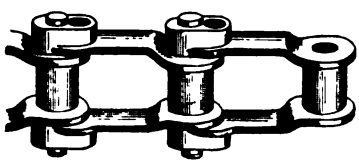
*) Dingler, 1898, S. 46.

Digitized by Google

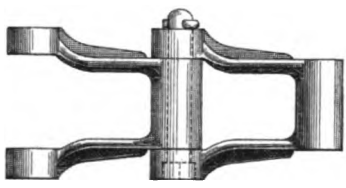
wendung allein in Frage kommt und 2% Schrumpfung besitzt, sowie auch aus anderen praktischen Gründen nicht gut verwenden.

Imbert & Leger*) haben die Aufgabe dadurch gelöst, daß sie gußeiserne Coquillen verwenden, welche unmittelbar nach dem gießen, sobald es der Erstarrungszustand eben zuläßt, auseinandergenommen werden, so daß die folgende Schwindung ungehindert erfolgen kann. Nach diesem Verfahren hergestellte, in Stahl gegossene Ketten haben eine Festigkeit von 60 kg auf den Quadratmillimeter erwiesen. Bronzene Ketten aus Deltametall sind s. Z. für den brasilianischen Kreuzer Riachnelo gegossen worden. Indessen scheint keine weitere größere Ausführung vorzuliegen.

812



813

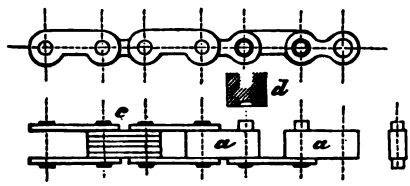


814

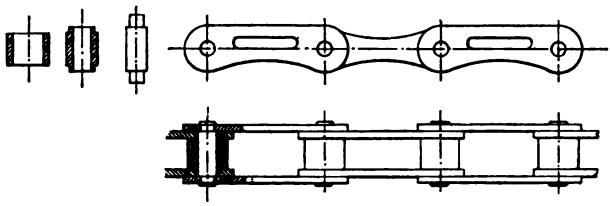
812 bis 814. Gelenkketten.

Als fest geschlossen sind auch die unter dem Namen „Gelenkketten" vielfach im Gebrauch befindlichen Ketten zu betrachten. Wennschon zusammengesetzt, sind sie doch nicht ohne weiteres lösbar. Sie bestehen (Abb. 810) aus gebohrten Plattenpaaren, welche durch Bolzen vereinigt sind. Ihre Verwendung ist eine sehr mannigfache. Ursprünglich von Gall als Krankette verwendet, wozu sie sich vorzüglich eignet, hat sie als Triebkette (s. auch Abb. 811 u. 812) ein sehr weites Feld erobert und ist auch vielfach ausgebildet worden; sie wird auch durch schlagen oder tempern (Abb. 813 u. 814) erzeugt. Abb. 815 u. 816 zeigen die Form, welche sie für das Fahrrad angenommen hat. Aus den rohen Flacheisenstücken, mit denen sie sich im Maschinenbau eingebürgert hat, sind fein polierte stählerne Plättchen geworden; die Bolzen haben gehärtete Stahlhüllen erhalten. So beherrscht diese Kettengattung das Feld als wichtigstes und verantwortlichstes Organ des heute so beliebten Vehikels.

Bei großen Ketten werden die Zapfen der Leichtigkeit wegen gebohrt, wodurch gleichzeitig eine größere Sicherheit für die Güte des Materials gewährt wird (Abb. 817).



815. Kurze Fahrradkette.



816. Lange Fahrradkette.

Den fest geschlossenen Ketten gehören noch diejenigen an, bei denen die Befestigung der zusammengebogenen Enden durch löten oder nieten stattfindet. Hierzu gehören vor allem die aus Edel- und sonstigen Metallen hergestellten Ketten, welche, soweit sie nicht nur einfach zusammengebogen sind, stets gelötet werden. — Das oben gelegentlich der Anführung sehr alter Ketten angegebene vernieten wird nur noch in den allerseltensten Fällen geübt.

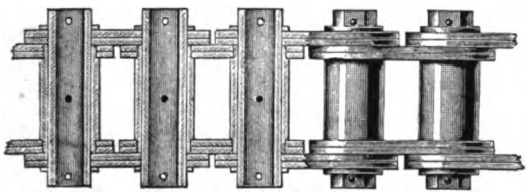
Die lösbar geschlossenen Kettenglieder — ganze Ketten werden naturgemäß kaum auf diese Weise hergestellt — können auf recht verschiedene Weise gebildet werden und entstammen meist dem Schlag- oder Temperprozeß. Abb. 818 stellt ein sehr zweckmäßig und täuschend wirkendes Glied dieser Art dar. Dasselbe besteht aus zwei vollkommen

*) „Stahl und Eisen" 1886. S. 812.

Digitized by Google

gleichen Teilen, welche seitlich aufeinander gelegt und vernietet werden. — Mit Hilfe solcher Glieder ist man imstande, sehr lange Ketten aus kürzeren Enden zusammenzusetzen, ohne dem Aussehen und kaum der Haltbarkeit zu schaden.

Zu den lösbar geschlossenen Kettengliedern gehören auch die oben bereits erwähnten Kettenschaken (Abb. 808). Dieselben werden nur aus Schmiedeeisen hergestellt und dienen ebenfalls zur Verbindung bereits vorhandener langer Ketten.



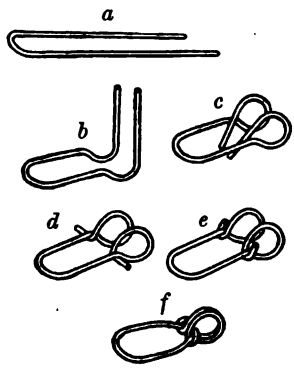
817. Kette mit hohlen Zapfen.

818. Zusammengesetztes Glied.

819. Schleifenkette.

Eine höchst interessante Gattung der fest geschlossenen Ketten sind die aus Draht durch verschleifen hergestellten, denen für Flächen die Flechtwerke (Abb. 448 u. 449) entsprechen. Dieselben sind, aus Halbedelmetallen hergestellt, als Zierketten, für Hängelampen und ähnliche Zwecke längst bekannt und beliebt und haben in der Neuzeit auch als Gebrauchsketten vielfach Verwendung gefunden; sie machen jetzt sogar den leichten geschweißten Ketten erheblich Konkurrenz.

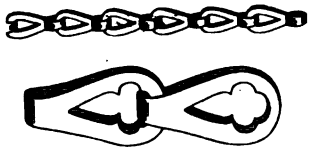
Abb. 819 stellt ein System dieser Kettengattung, von Schlieper & Nölle in Grüne i. W. und Weißenfels a/S. (amerikanische Victorkette), dar. Die Glieder werden, wie an einem anderen System (Abb. 820a—f) erläutert, aus Drahtenden mit Hilfe selbstthätiger Vorrichtungen auf maschinellem Wege zusammengebogen und verschlungen und zeichnen sich durch ihre große Leichtigkeit und Festigkeit aus.



820. Bildung von Schleifenketten.

Die zu solchen Arbeiten verwendeten überaus sinnreichen Maschinen werden vorzugsweise von der auf diesem Gebiete den deutschen Markt beherrschenden Firma Malmedie & Co., Düsseldorf, gebaut.

Als ältere Gattung der Schleifenkette ist noch die aus Blech gestanzte (Abb. 821) zu erwähnen, welche als eine sehr solide Vertreterin angesehen werden muß, wennschon sie meist nur als Zierkette Verwendung findet. Glieder dieser Ketten werden mit der Maschine aus Blech gestanzt und von Hand zusammengeschleift (Kraft & Schütt in Düren).*)



821. Zusammengebogene Glieder aus Blech.

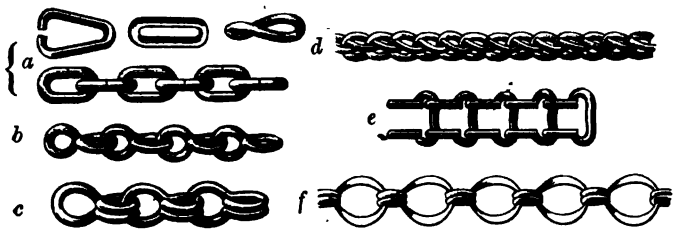
Als Übergang zu den offenen Ketten sind nunmehr die nur zusammengebogenen Ketten zu nennen, deren einfachste und bekannteste Vertreterin die Gewichtskette der Wanduhren ist und auch sonst sehr viel Verwendung findet. Auch Uhr- und sonstige Zierketten — überall, wo die Beanspruchung nur gering ist — werden nach diesem Verfahren hergestellt. Abb. 822a—f zeigt verschiedene hierher gehörige Arten, von denen f dem Aussehen nach an die Schleifenkette (Abb. 819) erinnert. Abb. 823 g—n zeigt eine Form, welche eigentlich als Vorstufe zu der geschränkten geschweißten (Hunde-)Kette anzusehen ist,

*) Dingler, 1898, S. 46.

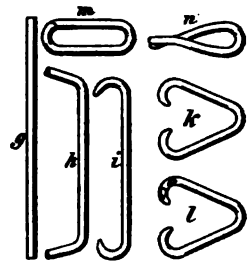
Digitized by Google

aber wegen der in l erkennbaren Verhakung ungeschweißt bleibt und durchweg von der Maschine gefertigt wird; g und h sind die ersten Vorstufen. Die Maschine wird von R. A. Brent in Bridgeport, Conn. gebaut und ist in Dinglers „Polyt. Journal", 1898, Bd. 310, S. 45 näher beschrieben.

Von den in der Abb. 822 dargestellten Ketten hat die Panzerkette (d) wohl am meisten Verbreitung gefunden. Das Glied derselben besteht, wie das der gewöhnlichen



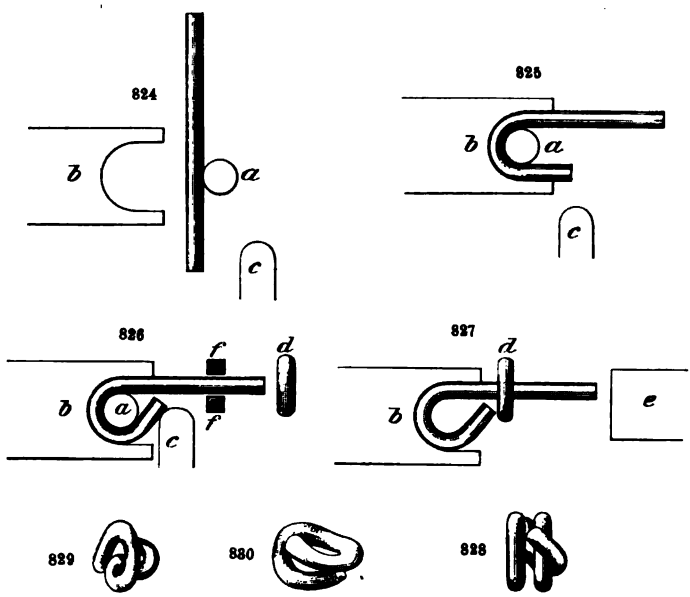
822. Bierketten, aus Draht zusammengebogen.



823. Brents ungeschweißte Gliederkette.

Uhrkette, aus einem zusammengebogenen Drahtstück, dessen Auge aber um 60 Grad gedreht zu denken ist. Es bildet also die Mitte zwischen der ebenen 0 und der ebenen 8, ist dann aber, wie Abb. 822d zeigt, etwas zusammengedrückt, verkürzt.

Die Herstellung der Panzerkette geschieht auf einer überaus sinnreichen Maschine, welche von Malmedie & Co. in Düsseldorf gebaut wird und etwa, wie folgt, arbeitet:

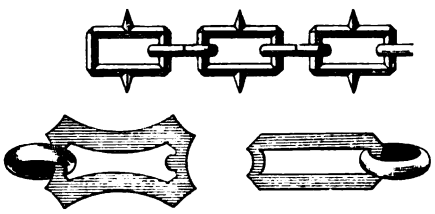


824 bis 830. Panzerkette und deren Herstellung.

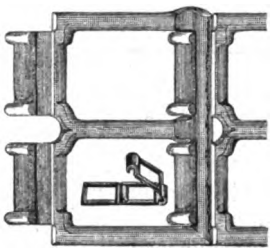
Das von der Maschine in bekannter Weise abgeschnittene Drahtstück legt sich (Abb. 824) an einen senkrecht von unten her freistehenden Dorn a, wird gleich darauf von einem Drücker b gefaßt, gebogen und in die Stellung Abb. 825 gebracht. Dann kommt der Schließer c und drückt das Auge zu, wie in der Abb. 826 dargestellt ist. Das vorher gefertigte Glied, also das Ende der bis dahin fertiggestellten Kette, liegt bei d bereit, das neue Glied aufzunehmen. Der Schließer c zieht sich daher gleichzeitig mit dem senkrechten Dorn a zurück, der Drücker b macht einen weiteren Vorschub und steckt unter Beihilfe

Digitized by Google

eines von oben her kommenden gegabelten Führers f das halbfertige Glied mit dem freien, noch geraden Ende (Abb. 827) in das bisherige Schlußglied d. Nun tritt ein Drücker e in Thätigkeit und schließt das zweite Auge, welches dabei in die Höhe kippt, von einem zweiten, von oben her kommenden Schließer zugedrückt wird und die in der Abb. 828 angegebene Stellung annimmt. Unmittelbar darauf arbeitet der unter dem Tisch befindliche Vorschub, welcher die fertige Kette hält und dieselbe um eine Gliedlänge nach unten zieht, so daß das neue Glied nunmehr die Stellung d einnimmt. Jedes Glied bedarf also fünf Operationen, bevor es aus dem Drahtstück fertig an die Kette gelangt. Diese aber erfolgen Schritt für Schritt; während des einsteckens (Abb. 827) tritt bei



831. Verbundketten.



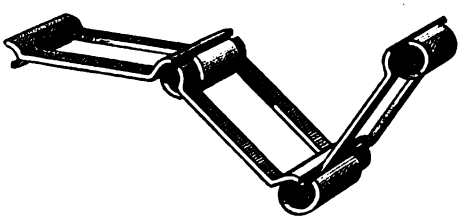
832. Offene Kette, getempert.

Abb. 824 ein neuer Stift ein; während dieser (Abb. 825) gebogen wird, erfolgt der Schluß bei Abb. 828, und während des Schlusses (Abb. 826) arbeitet der Vorschub, so daß nirgends eine Pause entsteht und sich bei jedem Zug Glied an Glied reiht. —

Auch die Verbundketten gehören in diese Gruppe. Sie bestehen (Abb. 831) aus festen Gliedern, welche häufig durch gießen oder durch den Schnitt hergestellt werden, und zusammengebogenen oder zusammengesetzten Ringen und finden in der gezeichneten Form als Trenn- (Grenz-) und Zierketten Verwendung.

Den Schluß unserer Zusammenstellung bilden die offenen Ketten. Dieselben (Abb. 832 u. 833) sind auseinanderzuhaken und daher nur in gespanntem Zustande zu verwenden. Sie haben sich als Triebketten recht eingeführt und werden meist geschlagen oder auch gegossen, getempert oder aus Stahlblech gestanzt.

Zur Herstellung der letzteren dient eine außerordentlich sinnreiche Maschine der Locke Steel Belt Compagny, New York, deren Beschreibung indessen zu weit führen würde. (Siehe Dinglers „Polyt. Journal" 1898, Bd 310, S. 47).



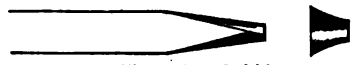
833. Lockes Stahlbandkette.

Digitized by Google

Die Herstellung der Rohre.

Wir unterscheiden, zunächst das uns hier in erster Linie als Material beschäftigende Eisen im Auge habend, gegossene, geschweißte, gelötete, genietete, gefalzte und nahtlose Rohre und Metallschläuche.

Manche Rohre jedoch werden nur stumpf zusammengebogen und bleiben offen. So werden die Spicknadeln aus einem Blechstreifen über dem Spitzdorn zusammengebogen, an der Spitze verhämmert und angeschliffen oder angefeilt.



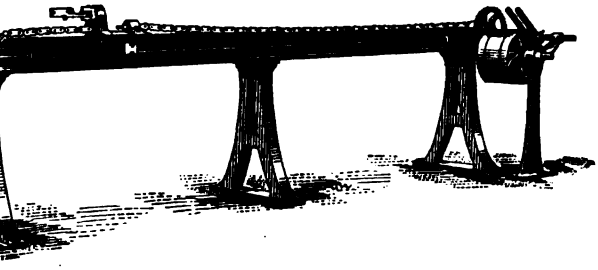
834. Bildung des Trichters.

835. Ziehen.

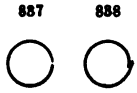
Über die Herstellung der gegossenen Rohre ist in dem Abschnitt „Eisengießerei" bereits das Nötige mitgeteilt worden. Es erübrigt also zunächst die Besprechung der geschweißten schmiedeeisernen Rohre.

Die bekanntesten schmiedeeisernen Rohre sind die Gasrohre, welche, wenn auch meist unter diesem Namen, auch für Dampfleitungen und alle möglichen anderen Zwecke verwendet werden.

Die Herstellung dieser Rohre geschieht aus in der Regel direkt vorgewalzten Blechstreifen, deren Breite annähernd gleich dem Umfange ist, und deren Länge der der herzustellenden Rohre entspricht. Diese Streifen werden zunächst an einem Ende rotwarm trichterförmig (Abb. 834) zusammengebogen und gelangen dann in den Glühofen, um durchweg gleichmäßig gut warm gemacht zu werden. In diesem Zustande werden sie schnell herausgeholt, mit dem zugezogenen Ende in den Ziehtrichter gesteckt, von der Ziehzange gepackt und (Abb. 835) durchgezogen, wodurch die Rohrbildung an sich, die Kanten stumpf gegeneinander, beendet ist. Es handelt sich nun darum, die Ränder durch schweißen zu vereinigen. Rohre, welche dem gewöhnlichen Druck, bis etwa zu 4 Atmosphären, ausgesetzt sind, erhalten eine stumpfe Schweißnaht (Abb. 837), d. h. sie werden in dem beschriebenen Zustande in den Schweißofen gebracht und in bester Hitze durch das Zieheisen gezogen, wodurch die Schweißung hergestellt wird. Der Vorgang wird nun, unter Anwendung einer etwas niedrigeren Temperatur, drei bis viermal, event. unter Anwendung kleinerer Zieheisen wiederholt, bis das Rohr den gewünschten Durchmesser hat. Die hierzu verwendete Werkzeugmaschine ist die Ziehbank (Abb. 836), wo bei c die Zange angesetzt zu denken ist.



836. Ziehbank.



837 838

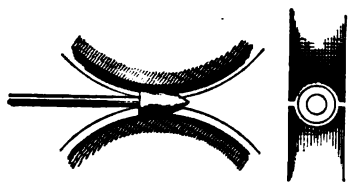
837. Stumpfe Schweißung.
838. Überblattung.

Für Rohre mit hohem Druck, wie namentlich die für Heißwasserheizungen verwendeten Perkinsrohre, erachtet man die stumpfe Schweißung nicht für genügend. Man schärft aus diesem Grunde (Abb. 838) die Kanten zu, so daß sie sich beim ziehen durch den Trichter übereinanderlegen, also mehr Schweißfläche erhalten. Das schweißen erfordert hier also einen radial gerichteten Druck. Es genügt daher das bei den Niederdruckröhren verwendete Zieheisen nicht, sondern die Rohre gelangen (Abb. 839) zwischen zwei ausgekehlte Walzen und werden zudem über einen Dorn gestreift, so daß sie beim durchgehen, was natürlich mit großer Geschwindigkeit

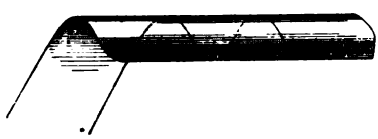
Digitized by Google

erfolgt, mit den Rändern fest aufeinandergepreßt werden. — Die weiteren Vorgänge sind dieselben, wie vorhin geschildert.

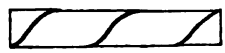
Eine besondere Art geschweißter Rohre sind die spiralgeschweißten Rohre, z. B. nach dem Ehrhardtschen Verfahren auf den Rather Werken für Metallindustrie hergestellt. Die Grundlage ist auch hier ein Blechstreifen, der aber spiralförmig (Abb. 840) zusammengebogen wird, und zwar fortlaufend während des schweißens. Das letztere erfolgt mit Hilfe der Wassergasflamme, welche durch ein Gebläse zu der hohen Glut der Knallgasflamme geschürt wird. Unmittelbar nach der breit gehaltenen Flamme wird die Schweißung durch einen sehr schnellgehenden kleinen Hammer vollzogen, während sich das Rohr, auf Walzen gelagert, langsam dreht und dabei voranschreitet. Die Rohre werden auf diese Weise bis zu einem halben Meter Durchmesser und in so großen Längen gefertigt, wie es der Transport erlaubt; an sich ist ihre Länge unbegrenzt. Der aufzuwickelnde Blechstreifen wird aus diesem Grunde aus Stücken hergestellt, welche durch elektrische Schweißung verbunden werden.



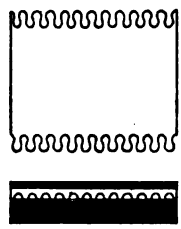
839. Dornwalze.



840. Spiralgeschweißte Röhre.



841. Spiralgelötete Röhre.



842. Gedübelte Röhre.

Die Verbindung der geraden Nähte eiserner Rohre durch löten findet seltener statt. Dies Verfahren wird aber bei Kupferrohren ausschließlich angewendet. Dagegen werden stählerne Spiralrohre von kleinem Durchmesser, wie sie in Amerika zu Fahrradrahmen verwendet werden (Abb. 841), mit Hartlot gelötet. Auch hat man für dieselben Zwecke — zu Fahrrädern — gedübelte Nähte (Abb. 842) angewendet und dieselben durch löten gefertigt.

An die gelöteten Rohre lehnen sich die Wellblechspiralrohre an, welche sich bereits durch eine Art Falzung halten und durch verzinken ihre volle Festigkeit gewinnen. Die Herstellung*) geschieht mit Hilfe kannelierter Walzen. Abb. 843 zeigt, wie zunächst eine Welle eingewalzt wird. Dann wird diese Welle über den zweiten Wulst der Walze gelegt, worauf die zweite Walze angepreßt wird, welche sich den Stoff von der rechten Seite her holt (Abb. 844). So wird der ganze Streifen der Länge nach in einen Wellblechstreifen verwandelt. Nunmehr tritt eine Maschine in Thätigkeit, welche uns aus der Klempnerei bereits bekannt ist. Es ist dies die Rundmaschine, auf deren Mittelwalze das Rohr gebildet werden soll, und zwar in Form einer Spirale, gerade so, wie es mit flachen Blechstreifen auf der Abb. 840 geschieht. Die Steigung derselben ist etwas geringer, als die Breite des Wellblechstreifens, nämlich um soviel, wie dieser über den anderen Gang hinübergreift, um sich an der letzten Welle des Nachbarn zu halten.

843 u. 844. Walzen der Wellblechrohre.

Da es sich im vorliegenden Falle nicht um ein überall gleichweites Rohr handelt, sondern um ein verjüngtes, so ist auch die Walze verjüngt. Die Arbeit beginnt an dem starken Ende derselben, wo sie mit einem Dorn versehen ist, über welchen das Blech gehakt wird. Jetzt beginnt das winden: Mit großer Sorgfalt wird der richtige Winkel eingehalten, so daß sich der zweite Gang genau so an den ersten legt, daß, wie oben angedeutet, der gute Schluß erfolgt. Hierauf geht die Arbeit verhältnismäßig leicht und sicher vor sich, bis das ganze Rohr, eine schlanke, gefällig aussehende Säule, hergestellt ist.

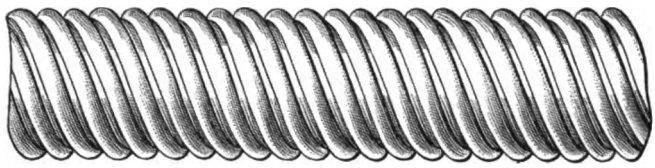
*) Patent Tillmanns, Wellblechfabrik, Remscheid.

Digitized by Google

Als Material ist verzinktes Eisenblech genommen worden. Durch einfaches eintauchen des Rohres in das Zinkbad wird ein glatter, gut verlaufender Überzug gebildet, der die Naht ziemlich gut verdeckt und nur dem Kenner sichtbar ist, dabei aber zugleich eine Art Lötung bewirkt.

Wie angedeutet, sind diese Rohre nur Zierrohre (Laternenpfosten, Abb. 845), obwohl nichts im Wege steht, sie bei soliderer Nahtverbindung zu ernsteren Zwecken zu verwenden, wozu die sehr versteifenden Wellen besonders befähigen können.

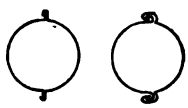
Eine andere Verbindungsart der Rohrnähte besteht in dem falzen (Abb. 846), wobei zuweilen noch zu besonderer Sicherheit, und wenn es auch auf Dichtigkeit ankommt, das löten tritt. Diese Art der Verbindung gehört in das Gebiet der Klempnerei, da sie fast nur bei dünnen Blechen verwendet wird. Starke Rohre für großen inneren oder äußeren Druck werden aus Kesselblech hergestellt und vernietet; dies gehört in das Gebiet der Kesselschmiede.



845. Wellblechrohr.

Die nahtlosen eisernen oder stählernen Rohre sind durchweg eine Errungenschaft der Neuzeit, welche solche für hohe Pressungen oder bei sonstiger Forderung einer besonderen Sicherheit, wie zu Fahrrädern, verlangt.

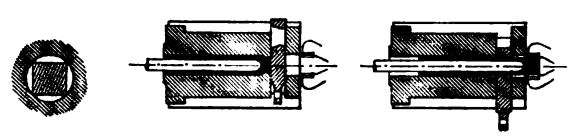
Das zuerst geübte Verfahren beruhte einfach auf dem ausziehen eines dickwandigen Rohres, welches durch lochen, zweckmäßig von beiden Seiten her (Abb. 847), eines massiven Blockes hergestellt worden ist. Das ziehen wird immer weiter getrieben, bis das Rohr die gewünschte Wandstärke oder den erforderlichen Durchmesser erlangt hat.



846. Falzen der Rohre.

Diesem bis dahin üblichen lochen ist neuerdings ein von Ehrhardt gefundenes Verfahren an die Seite getreten, welches die Lochbildung erleichtern soll. Das Rohstück hat (Abb. 848) einen quadratischen Querschnitt und wird gut rotwarm in eine Matrize mit kreisförmiger Höhlung gebracht, in welche es gerade hineinpaßt. Die vier so entstehenden segmentförmigen Hohlräume zwischen dem Rohstück und der inneren Wand der Matrize dienen dazu, das Material aufzunehmen, welches von dem nunmehr hydraulisch hineingepreßten Dorn (Abb. 849) verdrängt wird. Der Dorn geht indessen, wie die Abbildung zeigt, nicht durch, sondern hält an, bevor er an das Ende angekommen ist. Sobald dies geschehen, zieht er sich, um zu lockern, etwas zurück, und dann wird die Bodenplatte, welche den Widerhalt beim lochen gebildet hat, so verschoben, daß das darin befindliche

847. Vorlochen für nahtlose Rohre.



848 849 850

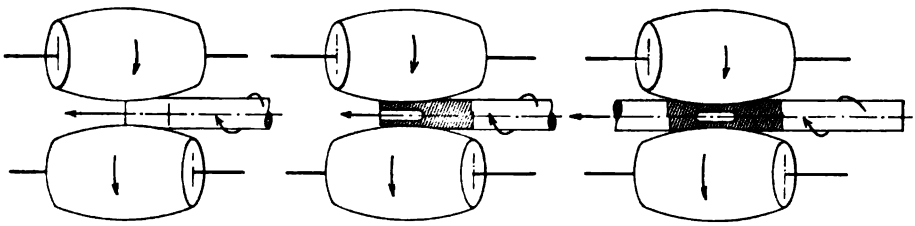
848 bis 850. Nahtlose Rohre nach Ehrhardt.

Ziehloch in die Richtung der Achse tritt. Der Dorn schiebt sich nun wieder vor, damit aber auch das Rohstück, welches nunmehr, nachdem es durch die Ziehöffnung getreten (Abb. 850), von der Ziehzange gepackt und durchgeholt wird. Auf diese Weise erhält man in einer Wärme aus dem Block ein bereits roh fertiges und ziemlich schweres Rohr. Dasselbe wird dann in üblicher Weise, durch ziehen, weiter verarbeitet.

Ein sonderartiges Verfahren ist das der Gebr. Mannesmann. Nach demselben gelangt der Block, wieder gut warm, zwischen zwei schräg zu einander stehende Walzen (Abb. 851), welche eine doppelte Wirkung auf dasselbe ausüben. Zunächst gerät der Block

Digitized by Google

ins rollen, da die beiden Walzen eine gleiche Umdrehungsrichtung besitzen, an den Angriffsstellen also gleichartig drehend wirken. Die Walzen sind nun aber ballig — die Abbildung soll nur das Prinzip des Vorganges erläutern — und wirken infolgedessen in der Mitte, auf den dünnen Teil des Rohstückes, mit einer größeren Geschwindigkeit, als mit den Enden oder den weiter von der Mitte ab gelegenen Flächen. Da nun infolge der Schrägstellung ein vorziehen, ein hineinschrauben des Walzstückes bewirkt wird, dies aber vorn kräftiger wirkt, als weiter hinten — der in der Mitte höchsten Umfangsgeschwindigkeit der Walzen

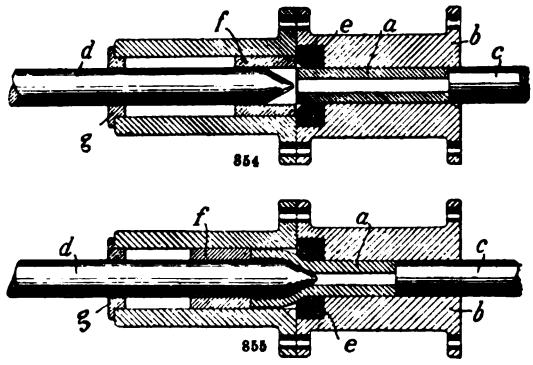


851 852 853

851 bis 853. Mannesmannverfahren.

entsprechend — so werden die vorderen Teilchen des Rohstückes mehr vorgezogen, als die anderen. — Nunmehr hängt es von verschiedenen Verhältnissen ab, was geschieht. Ist der Block hart und die Oberfläche glatt, so wird sich das Ganze quälen und reiben, ohne ein Resultat zuwege zu bringen. Ist das Material sehr weich, vielleicht sogar klebrig, so wird es sich in der Form eines Stranges vorziehen oder auch, je nach seiner Kohäsion, abreißen. Unter günstigen Umständen wird aber auch der Kern zurückbleiben können, während die von den Walzen gepackten äußeren Teile vorgezogen werden, wodurch dann ein hohles Stück, ein Rohr entsteht (Abb. 852).

Dieser eigentümliche Vorgang läßt sich sogar so leiten, daß sich mitten im Rohstück eine Höhlung bildet. Wenn nämlich (Abb. 853) das letztere vorher taillenförmig zugeformt worden ist und so gut warm zwischen die balligen Walzen gebracht wird, so muß sich nach dem obigen, die richtigen Reibungs- und Kohäsionsverhältnisse vorausgesetzt, eine Höhlung bilden, ohne daß irgend ein Werkzeug innen thätig gewesen ist.*)



854 u. 855. Sharp & Stillings Verfahren zur Herstellung von Rohren.

Die so gebildeten Höhlungen sind naturgemäß innen rauh, denn sie haben sich frei gebildet, und es müßte eine außerordentliche Gleichmäßigkeit des Materials und ein glasartiger Fluß dazu gehören, um die Wandung innen glatt zu erhalten. Das Rohr wird daher über einen Dorn geschoben, und zwar zweckmäßigerweise gleich während des Rollvorganges. Da nun die Gewalt, mit welcher das frisch gebildete Rohr vorgeschoben wird, außerordentlich groß ist, so kann man sie benutzen, um die rohrbildende Wirkung des Rollwalzwerkes durch einen Spitzdorn zu unterstützen. Dieser wirkt dann gleichzeitig auf einen gleichförmigen inneren Durchmesser, sowie auf die erforderliche Glätte des Inneren.

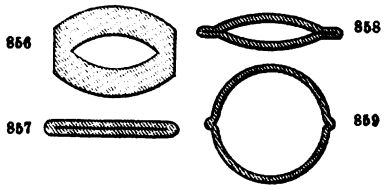
Die so erhaltenen starkwandigen Rohre werden dann, wie die anderen Verfahren entstammenden, gezogen.

*) Über die weitere Ausbildung dieses Verfahrens vergl. „Prometheus", 1893.

Digitized by Google

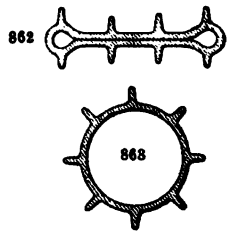
Das ziehen ist indessen kostspielig, braucht Kraft und Zeit. Die Gebr. Mannesmann haben daher ein Zwischenverfahren eingeschaltet, welches die rohen dickwandigen Rohre irgend eines Verfahrens schnell längt und das erste ziehen ersetzt. Es ist dies der uns schon bekannte Pilgerschritt, welchen wir bereits in dem Kapitel „Walzwerk", S. 60, besprochen haben.

Das Mannesmannverfahren hat sich auch für Kupfer, Messing, Aluminium u. s. w. bewährt, welche ersteren Metalle in dem Röhrenwalzwerk von Heckmann zu Duisburg



856 bis 859.
Walzen eines gegossenen Rohres.

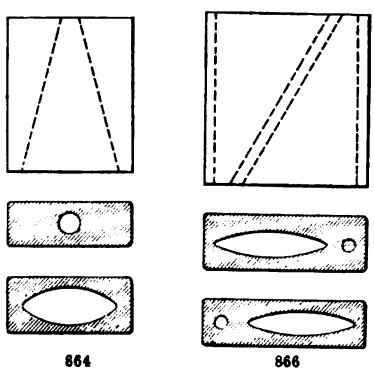
860 u. 861.
Auswalzen der Rippe.



862 u. 863.
Walzen eines Rippenrohres.

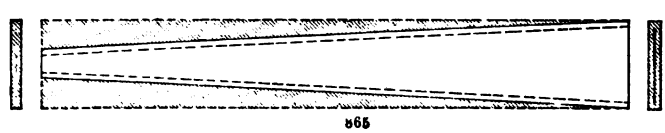
namentlich zu Siederöhren verarbeitet werden. Es hat auf diese Weise der früheren Lochungsarbeit (Abb. 847), welche auch für Blei u. s. w. verwendet wurde, bedeutende Konkurrenz gemacht.

Hieran schließt sich als neuestes auf diesem Gebiet das Verfahren von Sharp & Billing in Birmingham*), bei welchem das ziehen der Abb. 850 durch drücken ersetzt worden ist. Der warme Block a (Abb. 854 u. 855), welcher auch wohl schon hohl angefertigt worden ist, wird in eine kräftige Hülse b gebracht, welche an einem Ende mit einem Stahlringe e, der den Ziehring ersetzen soll, versehen ist. Das Rohstück wird durch den Stempel c ruckweise durchgeschoben, unterliegt aber gleichzeitig auf der anderen Seite der Wirkung des schnell hin- und hergehenden angespitzten Dornes d, welcher durch das Schlußstück g und das verschiebbare Rohrstück f geführt wird. Die Bewegungen der beiden Arbeitsteile, Stempel und Dorn, sind so geregelt, daß letzterer stets dann vorschreitet, wenn ersterer seine vorschiebende Bewegung vollendet hat, also eben zum Stillstand gekommen ist. Auf diese Weise wird das Rohstück über den Dorn geschoben und erhält dessen Durchmesser als lichte Weite.



864 866

Das Verfahren wird unter Anwendung wachsender Durchmesser öfters wiederholt, bis das übliche kaltziehen folgen kann.



865

864 bis 866. Herstellung konischer Rohre.

Ein anderes Verfahren zur Vorbildung der Rohre ist zuerst von Muntz**), dem Erfinder des Muntzmetalles, mit letzterem durchgeführt worden.

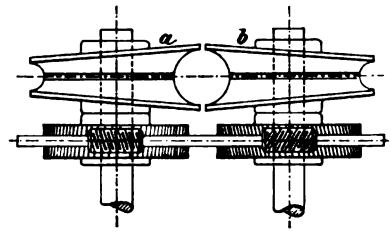
Muntz goß einen hohlen Block von dem in Abb. 856 angegebenen Querschnitt, der sauber gereinigt, warm mit Kalkmilch ausgewaschen und dann flach ausgewalzt wurde (Abb. 857). Die dabei verwalzte Höhlung wurde dann aufgeweitet (Abb. 858), so daß die Spitze eines Dornes eingeführt werden konnte, über welchem schließlich das Rohr (Abb. 859)

*) „Stahl und Eisen", 1899.
**) „Stahl und Eisen", 1899, nach einem Vortrage des Direktor Bock, Oberhausen.

Digitized by Google

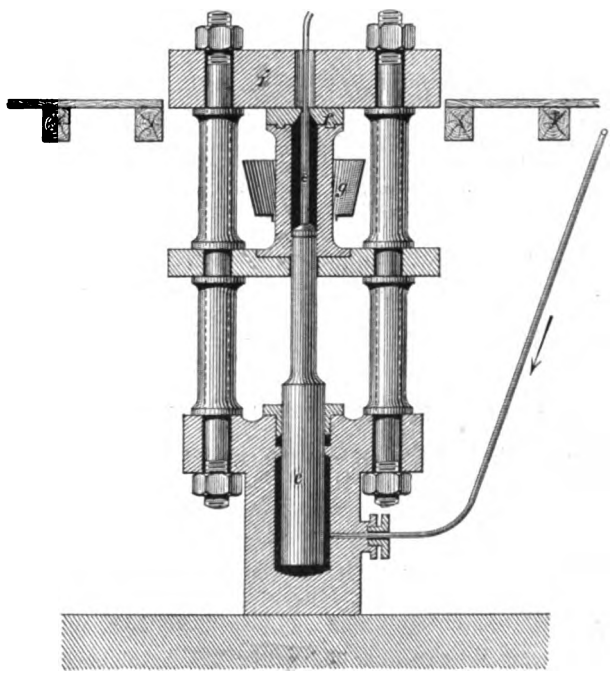
gewalzt wurde. Es entstand so ein Rohr mit zwei niedrigen längslaufenden Rippen. Diese Rippen sollten wiederum verwalzt werden, wodurch glatte Rohre erhalten werden sollten. Inwieweit dies mit dem freilich außerordentlich dehnbaren Metall durchgeführt sein mag, ist nicht berichtet worden. Eisen hat Muntz jedenfalls nicht in dem geschilderten Sinne verarbeitet.

Laval, der Erfinder der Dampfturbine, beseitigte neuerdings diese offenbare Schwierigkeit dadurch, daß er das aufgetriebene Rohr senkrecht zur ersten Walzlage zusammenlegte (Abb. 860), so daß die Rippe leicht niedergedrückt werden kann, wie in Abb. 861 dargestellt. Das Rohr wurde dann aufgeweitet und über einem Dorn ausgewalzt.



867. Expansionszieheisen. (Zu S. 314.)

Werden die zum flachwalzen der Hohlgußstücke verwendeten Walzen mit Eindrehungen versehen, so entstehen Rippen am Walzstück (Abb. 862). Durch aufdornen erhält man nach Garnier ein Rippenrohr, welches als Heizrohr verwendet werden soll. Die Höhlungen rechts und links werden event. durch Einlagen von Rundeisen vor dem walzen hervorgebracht.



868. Rohrpresse. (Zu S. 314.)

Während über die letztgenannten (Rippen-) Rohre noch keine Erfahrungen vorliegen, hat sich neuerdings das System der in der Abb. 859 dargestellten Rohre*) namentlich für Leitungsrohre recht gut bewährt, und zwar unter Beibehaltung der beiden Seitenrippen. Dieselben beschweren die Rohre unter gewöhnlichen Umständen höchstens um 8%, während die Widerstandskraft gegen inneren Druck bei nahtlosen Rohren gegenüber geschweißten ganz wesentlich höher gesetzt werden darf, namentlich wo es sich um weitere Rohre handelt, und dabei die Steifigkeit ganz außerordentlich zunimmt. Die Rippen kommen daher der freien Baulänge zu gute, da sie die Durchbiegung erheblich verringern. Sie können in ungeteilten Längen bis zu 20 m verwendet werden und ersparen so mindestens die Hälfte an Flantschenverbindungen.

Aber auch konische nahtlose Rohre lassen sich nach der von Muntz geschaffenen Grundlage herstellen. Die in der letzten Anmerkung genannten Röhrenwalzwerke gießen zunächst ein mit einer konischen Öffnung (Abb. 864) versehenes Rohstück, welches zu einem langen flachen, mit Spalthöhlung versehenen Stück (Abb. 865) ausgewalzt wird. Von diesem wird das schraffiert angegebene Material abgeschnitten. Diesen Abfall kann man wesentlich dadurch vermeiden, daß man dem Rohstück (Abb. 866) gleich zwei sich ergänzende Höhlungen gibt, in welchem Fall man nur noch die Enden zu beschneiden hat.

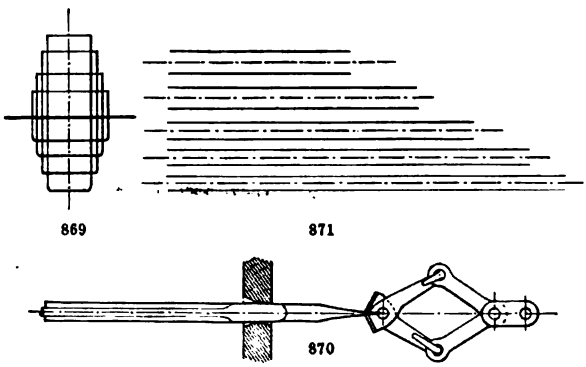
*) Kontinentale Röhren- und Mastenwalzwerke Heidmann, Itschert & Co. in Oberhausen.

Digitized by Google

Zum dornen solcher konischen Rohre, welche eine sehr günstige Verwendung zu Masten für elektrische Leitungen und ähnliche Zwecke finden, wird eine in der Abb. 867 angegebene Vorrichtung benutzt, welche man Expansionszieheisen nennen kann. Dieselbe besteht aus zwei, je aus zwei symmetrischen Scheiben zusammengesetzten mit sich verjüngender Rille versehenen Rollen a u. b, welche sich, durch Schnecken getrieben, langsam der Konizität entsprechend drehen, während der konische Dorn in gleicher Weise zurückgezogen wird.

Diese konischen Rohre werden mit Vorliebe zu Masten verwendet, für welche die heutige elektrische Kraftleitung außerordentlich viel Bedarf hat. — Auch nach dem Mannesmannverfahren lassen sich Rohre für solche Zwecke aus einem Stück herstellen, die sich stufenweise verjüngen. Sonst werden einfach die Rohre ineinandergesteckt unter Hinzufügung eines kurzen Rohrendes von der Länge des Einschusses, welches die ziemlich große Differenz der Rohrdurchmesser auszugleichen hat. Dabei wird das weitere Rohr warm übergestreift, so daß es sich beim erkalten festzieht.

Bei weichem Material, wie Blei, führt auch das pressen zum Ziel. Das Blei wird in einen Cylinder (Abb. 868) gegossen, welcher unten durch einen Kolben c verschlossen ist, der mit Hilfe des Kolbens b hydraulisch bethätigt wird. Der Cylinder d ist oben durch ein Mundstück f abgeschlossen, welches sich gegen das Brustst ück i legt und mit diesem durch kräftige Zugstangen mit dem hydraulischen Cylinder verbunden ist; durch dieses Mundstück wird das gewaltsam emporgetriebene erstarrte Blei gepreßt und bildet zunächst — der bisherigen Beschreibung nach — einen massiven Strang. Ist jedoch, wie in der Abbildung gezeichnet, mit dem Kolben c noch ein Dorn e verbunden, so findet das Blei nur einen ringförmigen Ausfluß vor und bildet sich so zu einem Rohr aus. Die Erfahrung lehrt, daß sich das Blei am besten pressen läßt, wenn es einigermaßen angewärmt ist, ohne bis zum Schmelzpunkt erhitzt zu sein. Man umgibt daher den Bleicylinder d mit einem Kohlenbecken g, welches für Erhaltung der erforderlichen Temperatur sorgt.



869 bis 871. Rohrbildung durch topfen und ziehen.

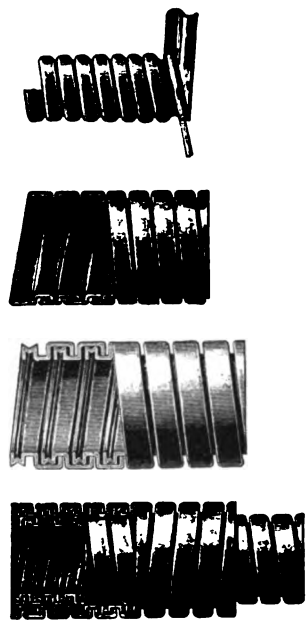
Auf diese Weise werden neuerdings — Verfahren von Dick („Prometheus", 1899, S. 15) — auch Rohre aus anderen Metallen, namentlich Kupferlegierungen, hergestellt, wobei eine Temperatur von 500—600° eingehalten wird. Auch Stäbe mit irgend welchem profilierten Querschnitt werden auf diese Weise — nach Weglassung des Dornes — erzeugt.

Während die bisher beschriebenen Verfahren der Erzeugung nahtloser Rohre den Rohblock zu Grunde legten, hat man zwischendurch auch ein Verfahren ausgebildet, welches nahtlose Rohre aus Blech liefert. Es klingt dies ebenso wunderbar, wie die Angabe, daß man Rohre ohne Dorn hohl walzen könne, und geht doch sehr einfach zu. Das Verfahren lehnt sich an das topfen an, welcher Vorgang in dem Kapitel „Blech" eingehend geschildert worden ist. Man fertigt also einfach, immer weiter vorschreitend, einen recht tiefen und engen Topf (Abb. 869), schneidet den Boden ab und erhält so ein Rohr, nahtlos aus Blech gebildet. Die diesem Verfahren eigentümliche Materialverschiebung ist glücklicherweise durchaus günstig. Denn die Verschiebung findet in der Weise statt, daß die Wandstärke, wenn richtig gearbeitet worden ist, überall dieselbe wird, da dem zusammendrängen des Stoffes von den Seiten her — der große Umfang der Scheibe wird zu dem sehr kleinen des Rohres — die Streckung zur Seite steht, welcher es unterworfen wird, indem der kleine Radius der Scheibe zur großen Länge des Rohres auswächst.

Digitized by Google

Dem topfen, welches sich nur bis zu einer gewissen Grenze fortsetzen läßt, die in der Abb. 869 annähernd wiedergegeben ist, folgt nun unter zeitweisem ausglühen das ziehen auf der Ziehbank (Abb. 836) in der üblichen Weise (Abb. 870 u. 871), so daß man am fertigen Rohr nicht erkennen kann, welchem Verfahren es entsprossen ist.

Während dem Begriff „Rohr" die starre Unbiegsamkeit anhaftet, ist mit dem Wort „Schlauch" eng die Biegsamkeit verknüpft. Das Material eines Schlauches muß also weich sein, und das Wort „Metallschlauch" erscheint daher unverständlich. Dennoch ist es unserer rastlos voranschreitenden Industrie gelungen, diesem Wort eine reelle Grundlage zu geben und aus dem starren Metall biegsame Schläuche zu bilden, welche also als Zwischenstufe von Rohr und Schlauch anzusehen sind. Solche „biegsamen Metallschläuche" werden aus ∼ förmig gezogenen Metallstreifen unter Einlage eines dichtenden Streifens aufgewunden, wie in der Abb. 872 dargestellt ist. Abb. 873 zeigt einen Schlauch mit eckigem z Streifen und einer Einlage und Abb. 874 einen solchen mit zwei dichtenden Streifen. Letztere bestehen, je nach der beabsichtigten Verwendung, aus Asbest — für hohe Temperaturen und scharfe Flüssigkeiten — oder Gummi, so daß man also einerseits Dampf, heißes Wasser, benzinartige Flüssigkeiten, Öle, Laugen u. s. w. leiten und andererseits leicht bewegliche Rohrleitungen für Luft und andere neutrale Gase, kaltes Wasser, Sprach- und Hörleitungen u s. w. aus Metall herstellen kann. Für hohe Drucke oder große sonstige Beanspruchung windet man ein zweites Rohr (Abb. 875) darüber und erhält so einen überaus widerstandsfähigen Doppelschlauch. — Die Schläuche dieser Art sind noch besonders da am Platze, wo sie leicht äußeren Beschädigungen ausgesetzt sind, wie z. B. bei den Schlauchkuppelungen der Eisenbahnwagen. Der Fabrikationsort für diese interessante Neuheit ist Pforzheim.



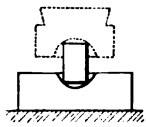
872 bis 875. Biegsame Metallschläuche.

Einer Neuerung mag hier noch Erwähnung gethan werden, wennschon sie nicht in das Gebiet der Metallbearbeitung gehört, aber doch in das der Rohre fällt, es sind das die aus Papiermasse gefertigten Gasrohre. Ist doch das Papier schon vielfach in Konkurrenz mit den Metallen getreten, wie die aus diesem Stoff gefertigten Häuser, Bedachungen, ja selbst Öfen u. s. w. beweisen. Die Herstellung geschieht durch aufwinden von widerstandsfähigen starken Papierstreifen auf einen Dorn (vergl. Abb. 840) und tränken des abgezogenen Rohres in Asphalt. Die so gebildeten Rohre sind außerordentlich dicht gegen Gase und Flüssigkeiten — soweit sie den Asphalt nicht angreifen — besitzen eine genügende Widerstandsfähigkeit gegen Druck von außen, eine gewisse oft erwünschte Nachgiebigkeit gegen biegen, und isolieren gegen Elektrizität.

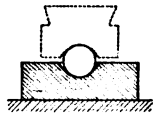
Digitized by Google

Kugeln.

Die Kugeln finden hauptsächlich dreierlei Verwendung: Als Wurfwaffe, als Zierat und als Rolle. Letztere entstammt der allerjüngsten Zeit, während der rundliche Stein, der Urvater der Kugel, jener Zeit angehört, da der Mensch in seiner allerersten Stufe sich vom Tiere abhob. Hat die Natur verschiedenen Tieren die Fähigkeit gegeben, dem Feinde ätzenden Saft aus dem eigenen Körper entgegenzuschleudern, und so die Fernwirkung bei der Verteidigung eingeimpft — auch das ausstrahlen übler Gerüche zur Verteidigung gehört hierher — so ist es nur als eine Vervollkommnung dieses Triebes anzusehen, wenn der Affe mit Früchten oder Zweigstücken wirft. — Aber viele Jahrtausende hat es gewährt, ehe der Mensch regelrechte Kugeln für diesen Zweck schuf, welche den geschleuderten Stein ersetzten, nämlich als dieser nicht mehr genügte, um genau zu treffen. Denn erst die Donnerbüchse verlangte für die Kugel eine regelrechte Form, nachdem das Blasrohr und die Armbrust die Bolzengestalt zur Ausbildung hatten gelangen lassen.

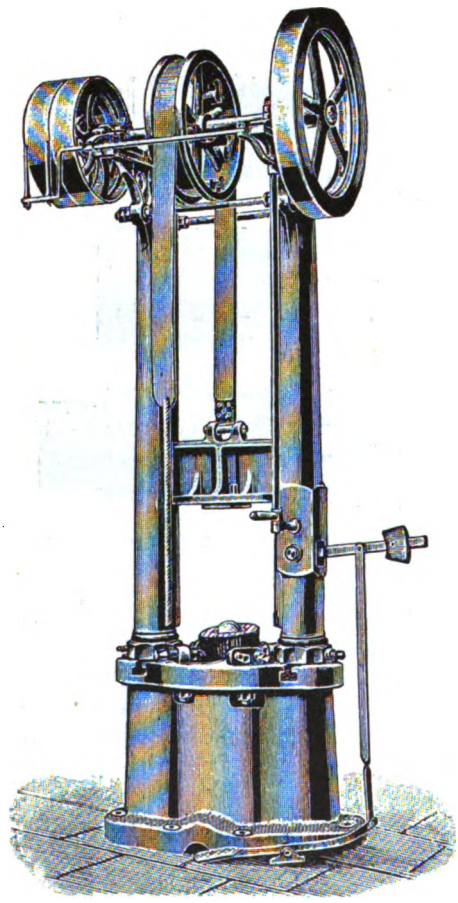


876. Rohstück im Gesenk.



877. Kugel im Gesenk.

Das ursprüngliche Material, der Stein, hat sich noch lange erhalten. Während schmiedeeiserne Kugeln, in Apfelgröße, bereits in der letzten Hälfte des 14. Jahrhunderts auftraten*) — auch solche von Blei waren damals gebräuchlich — haben sich die Steinkugeln bis zum 16. Jahrhundert gehalten, eine Zeit hindurch sogar mit Blei ausgegossen.



878. Fallhammer zum kugelschlagen.

Die Kugel als Geschoß ist, dem immer wieder zu beobachtenden Gesetz vom Kreislauf folgend, zum größten Teil wieder in die Bolzenform, als Langgeschoß der heutigen Feuerwaffen, zurückgegangen. Statt dessen hat sich in der Technik ein Bedarf an eisernen Kugeln als Fallkörper zum zerkleinern von Kohle u. a. herausgestellt, welche diesen Ausfall, wenn auch in nur verhältnismäßig geringem Maße, decken. Außerdem hat die Verwendung der Kugel einen mächtigen Aufschwung genommen, seitdem sie im Maschinenbau an die Stelle der uralten Rolle oder Walze als Rollkörper getreten ist.

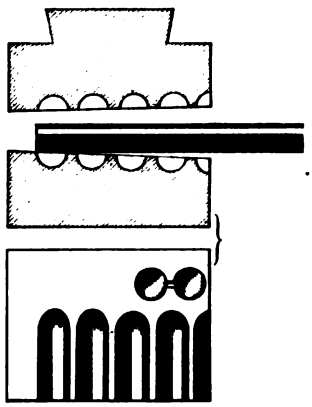
Über die Bedeutung und Verwendung der Walze zur Verminderung der Reibung, welche schon den alten Ägyptern in ausgiebigem Maße bekannt war, hat Reuleaux in dem Verein zur Beförderung des Gewerbefleißes, Berlin 1898 eingehende geschichtliche Mitteilungen gemacht, die sich bis auf die neueste Zeit erstrecken. — Mit den wesentlich erhöhten Ansprüchen, welche heute an die Leichtläufigkeit der Lager gestellt werden, ist auch das Erfordernis gestiegen, die Kugeln nicht nur genau rund, sondern auch zu mehreren

*) Siehe Beck: „Die Schußwaffen und der Einfluß der Erfindung des Schießpulvers auf die Eisenindustrie" (Am Ende des ersten Bandes).

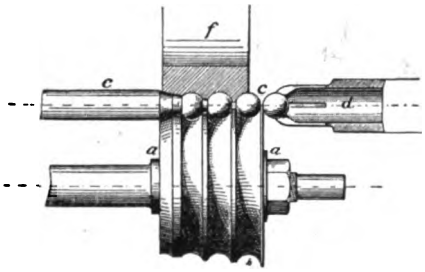
Digitized by Google

gleich groß zu fertigen, und hieraus hat sich neuerdings ein besonderer Fabrikationszweig gebildet, welcher sich an Feinheit der Einrichtungen und Sorgfalt der Arbeit an die Seite der vollkommensten Feintechnik der Jetztzeit stellen kann.

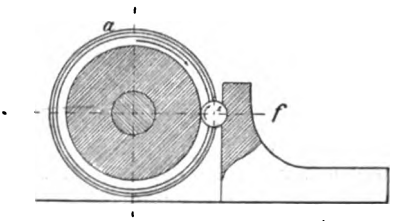
Im allgemeinen führen fünf Wege zur Herstellung metallener Kugeln: schmieden, gießen, pressen, drehen und fräsen. Die älteste Art der Herstellung scheint das schmieden gewesen zu sein. Gußeisen hat man zu jener Zeit, als sich der Bedarf an Kugeln einstellte, noch nicht genügend gekannt, und zu Bleikugeln, deren Herstellung auf diesem Wege allerdings verhältnismäßig leicht gewesen wäre, lag noch kein Bedarf vor. Man goß später Steinkugeln mit Blei aus, um sie schwerer zu machen, und gab auch Bleikugeln einen eisernen Kern, um ihre Widerstandsfähigkeit zu erhöhen. Das schmieden aber erfordert am wenigsten Geräte, und so spielte zunächst die geschmiedete Eisenkugel die Hauptrolle. Der Lieferant der Kugeln war daher noch im 16. Jahrhundert der Schmiedemeister. Ein solcher, Henry Jamotte, erhielt im Jahre 1566 von der Stadt Mecheln einen Auftrag, 5000 Kugeln von 5, $3\frac{1}{2}$ und $1\frac{1}{2}$ Pfund zu liefern. Und auch heute noch werden die größeren Kugeln bis zu etwa 50 mm herunter, auf diesem Wege hergestellt, wennschon die Einrichtungen selbstredend vollkommener geworden sind. An die Stelle der von der Hand geführten Gesenke ist



879. Rillengesenk.



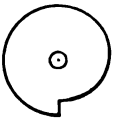
880. Kugelnfräsen. (Zu S. 318.)



881. Kugelnfräsen-Gegenhalter. (Zu S. 318.)

das Amboß- und das Hammergesenk getreten und an die des wenn auch noch so wuchtigen, so doch immer noch nicht zureichenden Zuschlaghammers der Fallbär.

Das hierzu erforderliche Rohstück ist einfach ein kurzes Stück Quadrat- oder Rundeisen, welches etwas länger als die Dicke abgehauen wird und hochkant in das Gesenk (Abb. 876*) gestellt wird. Nach einigen Schlägen ist es auf die richtige Höhe zusammengestaucht, worauf es unter fortwährendem drehen die Rundung (Abb. 877) erhält. Um dies zu ermöglichen, sind die Gesenke so flach gehalten, daß sie, das Schmiedestück einschließend, noch Raum genug für eine Zange lassen, mit welcher das Stück nach jedem Schlag etwas gedreht und event. während des Schlages festgehalten werden kann.



882. Kugelstab in der Drehbank. (Zu S. 318.)

883. Drehstahl für Kugeln. (Zu S. 318.)

Abb. 878 zeigt einen Fallhammer, unter welchem Kugeln in dieser Weise geschmiedet werden.

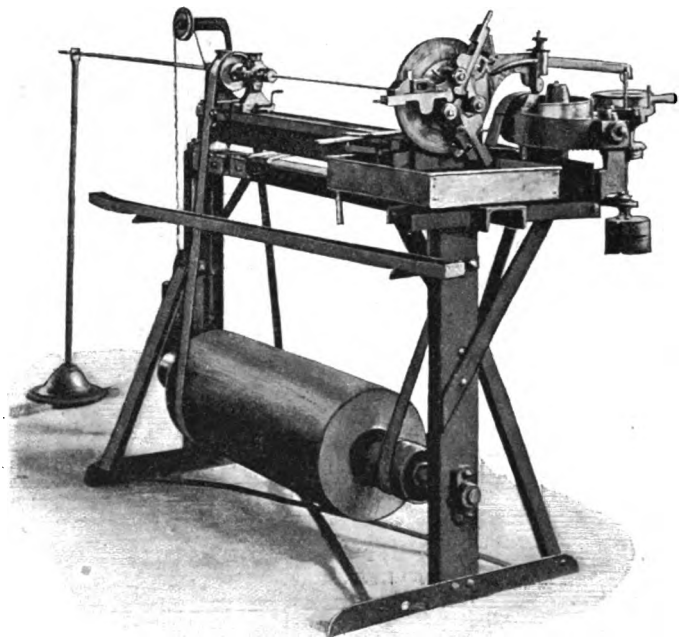
Für kleinere Kugeln hat man nach einem patentierten Verfahren ein Rillengesenk, in welches die warme Eisenstange geschlagen wird. Dasselbe packt (Abb. 879) hinten früher als vorn, so daß vorn vor- und hinten

*) Siehe auch: Haedicke, „Das Fahrrad", „Stahl u. Eisen", 1897, sowie „Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleißes" 1898.

Digitized by Google

nachgearbeitet werden kann. Neben den Rillen befinden sich noch zwei Schlichtgesenke, in denen die Kugeln ihre genaueste Rohform erhalten.

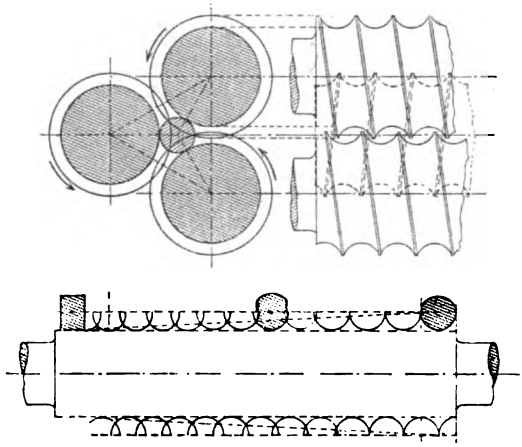
Früher ging man mit dem schmieden der Kugeln, wie oben bemerkt, nur bis zu etwa 5 cm herunter, während man heute bereits bis zu etwa 12 mm warm zu arbeiten imstande ist.



884. Kugeldrehbank.

Kleinere Kugeln werden auch wohl kalt zurechtgestaucht, in der Regel aber, und bei bester Ware durchweg, aus dem Stab gefräst oder gedreht.

Das fräsen wird in ähnlicher Folge ausgeführt, wie das schmieden: Der Fräser a nimmt (Abb. 880) zuerst wenig fort, deutet also nur die Kugel an. Dann gehen Fräser a und Gegenhalter f (Abb. 881) etwas auseinander, das Drehstück e schiebt sich um das entsprechende Stück, die Teilung, vor, und die Bearbeitung findet etwas weiter statt u. s. w., bis das Stück an der letzten Stelle so weit fertig gefräst ist, daß es abgestochen werden kann. Dies geschieht durch den Rand c der letzten Hohlkehle, und zwar nachdem die nunmehrige Kugel in einen federnden und mitumlaufenden Kopf d geschoben worden ist, welcher sie für diesen Vorgang festhält. Der nächste Vorschub drängt die fertige Kugel in das Rohr, aus welchem sie in den zugehörigen Behälter fällt.

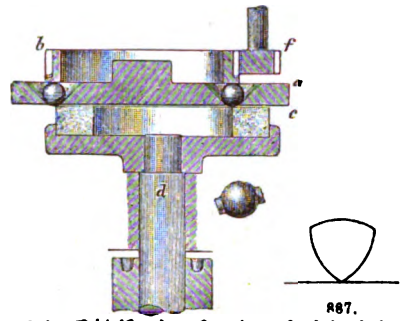


885. Walzwerk zur Erzeugung von Drehkörpern.

Im Gegensatz hierzu hat man die Arbeit auch in einfachster Weise auf einer gewöhnlichen Drehbank mit Hohlspindel ausgeführt, und zwar ganz ohne Formstahl (Abb. 882), so daß die Drehkörper nur roh vorgearbeitet werden. Die weitere Formgebung wird den Schleifmaschinen überlassen, von denen weiter unten die Rede sein wird. Die Deutsche Gußstahl-Kugelfabrik Aktiengesellschaft zu Schweinfurt, gegründet von Friedrich Fischer, dem Sohn des Fahrraderfinders Philipp Moritz Fischer, verwendet Formstähle, durch welche dem Drehstück möglichst genau sofort die richtige Form gegeben wird. Diese Stähle haben Scheibenform (Abb. 883), so daß die richtige Kreisfigur durch das nachschleifen des Stahles nicht geändert wird, und sind selbstredend in einen Stahlhalter gespannt. Der möglichst genau passend gewählte Draht gelangt durch eine an Stelle des

Digitized by Google

Reitstockes der hierfür eigens gebauten Drehbank (Abb. 884) vor den Schneidkopf und rückt nach jedesmaligem fertigdrehen selbstthätig um eine Teilung vor. Da die Stücke nicht ganz abgetrennt werden, so entsteht wieder ein aus aneinanderhängenden Kugeln gebildeter Stab, von welchem die Rohkugeln mittels einer einfachen Schervorrichtung abgetrennt werden. — Solcher Bänke, von denen jede 600 Kugeln in der Stunde liefert, steht eine große Zahl in einem großen Saale zusammen, so daß täglich ungeheuere Mengen Kugeln geliefert werden können.

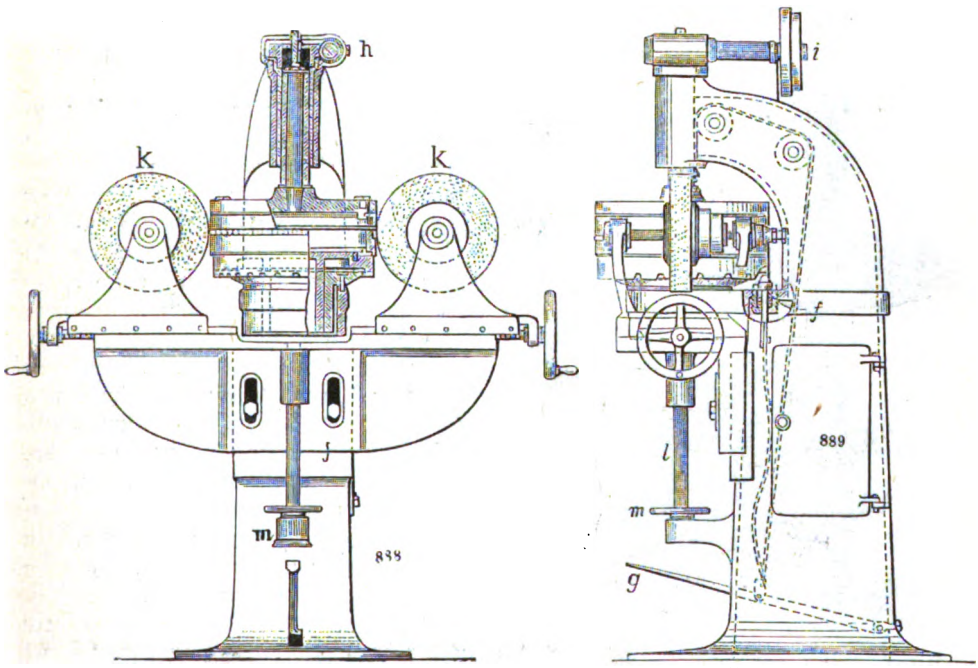


886. Schleifen der Kugeln.

887. Kreisdreieck.

Neuerdings hat man auch versucht, Kugeln zu walzen. Ein solches Walzwerk (Abb. 885) besteht aus drei Walzen mit je einem schraubengangförmig verlaufenden Kaliber, dessen Steigung vom Ein- bis zum Austrittsende stetig zunimmt und dessen Tiefe einem stets gleichbleibenden Querschnittsinhalt des Walzkörpers a entspricht. Infolgedessen nimmt der zwischen den Schraubengängen stehende Grat nach dem Austrittsende hin an Höhe zu. Der zwischen die drei Walzen eingeführte Stab wird demnach allmählich durchgewalzt und dabei in dem Endkaliber entsprechende Kugeln umgewandelt.

Die weitere Bearbeitung der Kugeln geschieht durch schleifen.

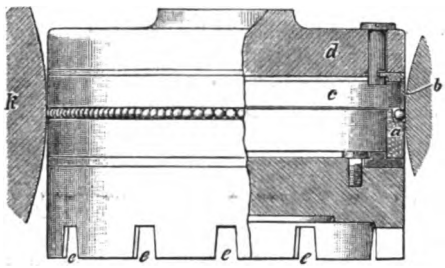


888 u. 889. Kugelschleifmaschine. Vorderansicht und Seitenansicht. (Zu S. 320.)

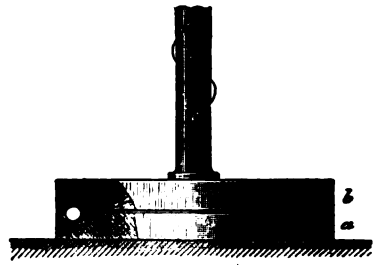
Die hierzu gebräuchlichen Vorrichtungen sind recht verschieden. Abb. 886 zeigt die Anordnung der Hauptteile einer Vorschleifmaschine. Die Kugeln gelangen in eine kreisförmige Rinne der entsprechend zusammengesetzten Scheibe a von V-förmigem Querschnitt, aus welcher sie unten etwas vorragen und naturgemäß vorzugsweise die vorspringenden Ecken der darunter befindlichen Schmirgelscheibe c darbieten. Diese ist ringförmig gestaltet und exzentrisch so gelagert, daß sie je bei einer Umdrehung ihrer ganzen Breite nach zur Wirkung gelangt, also sich ganz gleichmäßig abnutzt und stets möglichst eben

Digitized by Google

bleibt. Zum niederhalten der Kugeln dient eine ebenfalls sich drehende Deckplatte b, welche außen mit Verzahnung versehen ist und ihren Antrieb durch ein Zahnrad f erhält. Die Deckplatte sorgt durch ihre Drehung dafür, daß die Kugeln in der Rinne wandern und sich dabei drehen; diese Drehbewegung wird unterstützt durch die Wirkung der Schleifscheibe, welche, auf der Welle d mit Hilfe der Randscheibe g gelagert, von unten her nur leicht gegen die Kugeln gestellt wird. Die Entfernung derselben von der Deckscheibe be-



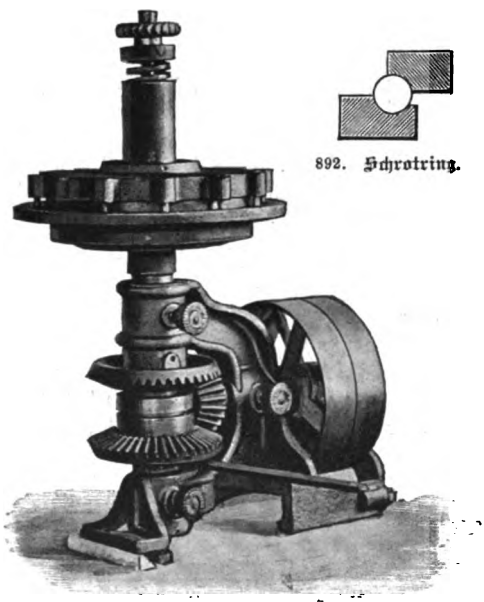
890. Schleifkopf.



891. Polierapparat.

stimmt der Durchmesser der Kugeln. Indessen erhält man auf diese Weise Körper, welche zwar überall den gleichen Durchmesser haben, aber dennoch keine Kugeln zu sein brauchen. Abb. 887 zeigt eine ebene Figur, welche ebenfalls überall denselben Durchmesser aufweist und dennoch kein Kreis ist; es ist das bekannte Kreisdreieck. Dieser ebenen Figur entspricht jener Körper — ein Kugeltetraeder — welcher alle Bedingungen erfüllt, welche die Maschine an ihre Erzeugnisse stellt, und dennoch zu dem beabsichtigten Zweck unbrauchbar ist. Er wird indessen leicht aufgefunden. Die Kugeln gelangen nämlich nunmehr in einen flachen Kasten, dessen Boden sie eben bedecken, und unterliegen hier einer kurzen aber scharfen Besichtigung. Die dreieckigen Stücke werden sehr schnell an dem Reflex erkannt und mit Hilfe eines Magneten herausgehoben.

892. Schrotring.

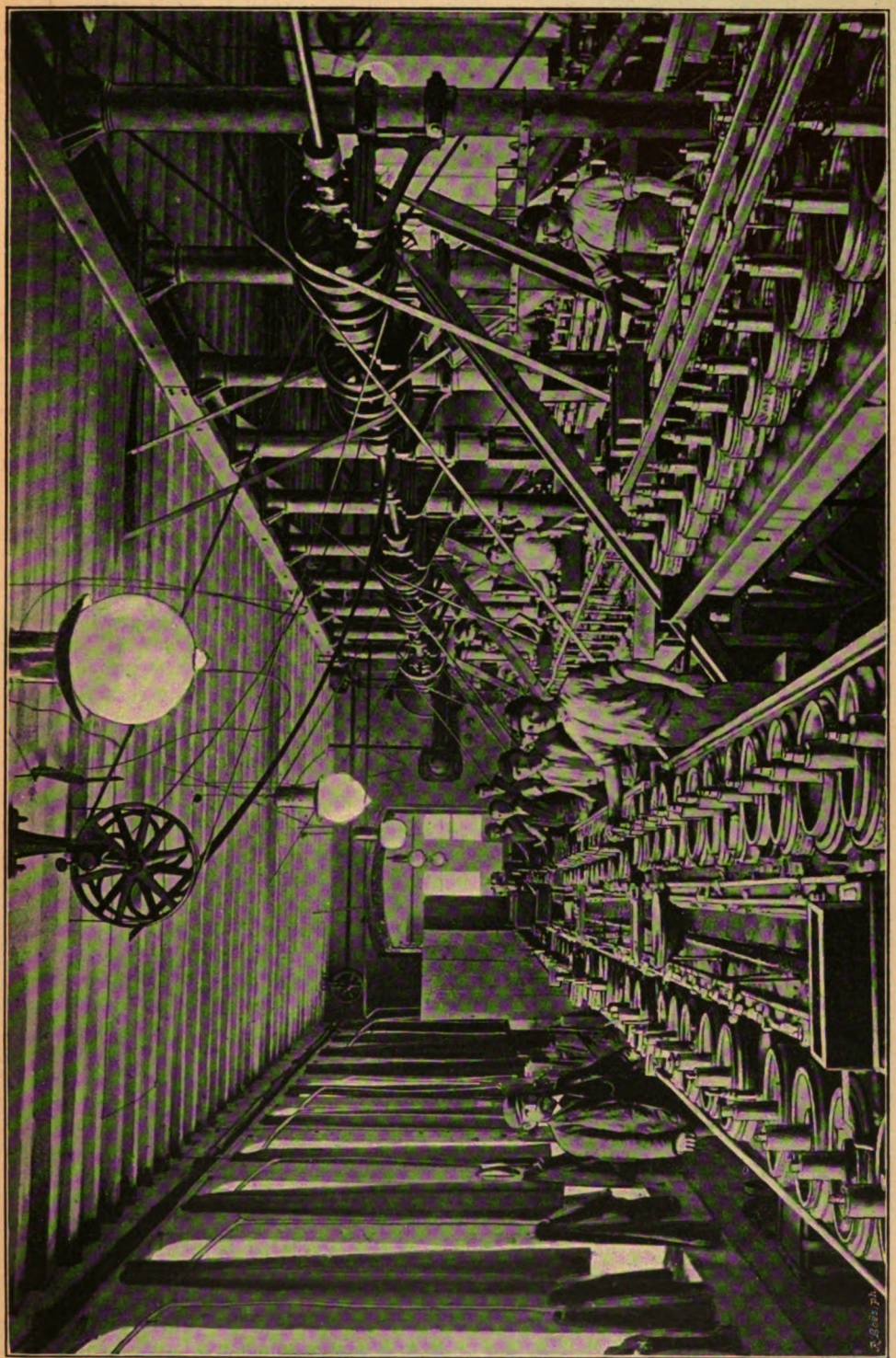


893. Schrotmühle.

Eine andere Schleifmaschine ist in den Abb. 888 u. 889 dargestellt. Die Kugeln liegen hier (Abb. 890) auf der Eindrehung eines Ringes a, zurückgehalten durch einen zugeschärften Stahlring b, wobei sie ihre Rundung seitlich herauskehren, dieselbe einem der doppelt angeordneten Schleifsteine k darbietend. Der ganze Bau, den wir Kugelträger nennen wollen, dreht sich langsam zwischen den schnelllaufenden Schleifsteinen herum. Um den Kugeln für sich noch eine Drehung zu geben, ist auch die dieselbe belastende Deckscheibe d drehbar angeordnet, angetrieben durch die Riemenscheibe i (Abb. 889) und die Schnecke h (Abb. 888). Diese Deckscheibe ist mit Hilfe des Trittes g (Abb. 889) und eines punktiert angegebenen Schnurlaufes zum abheben eingerichtet, so daß man leicht zu den Kugeln gelangen kann. Auch läßt sich der ganze Kopf mit Hilfe des Handrades m und der Welle l heben und in der Drehrichtung versetzen, wozu die in den angegebenen 3 Figuren erkennbaren Klinkungen dienen.

Zum fertigschleifen oder polieren dient häufig ein in der Abb. 891 dargestellter Apparat, bestehend aus zwei aufeinanderliegenden und mit zu einander passenden halb-

Digitized by Google



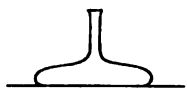
894. Arbeitssaal für Kugelschluten der deutschen Gußstahlkugelfabrik in Schweinfurt.

Digitized by Google

kreisförmigen Rillen versehenen Scheiben, von denen die untere festliegt, während die obere kreist. Die in der Rinne befindlichen Kugeln sind mit feinstem Schmirgel und Fett versehen und erhalten durch die kreisende und sich leicht auflegende Scheibe eine doppelte Drehbewegung, wodurch die vollkommene Rundung sicher gestellt wird.

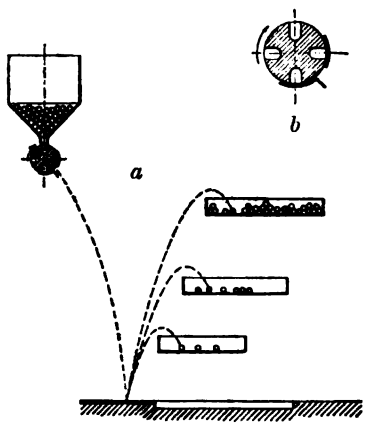
In etwas anderer Weise verfährt die obengenannte Gußstahlkugelfabrik in Schweinfurt. Die — wie oben beschrieben, von der Drehbank gelieferten — Kugeln kommen zunächst in die sogenannte Schrotmühle, welche dem eigentlichen schleifen vorarbeitet. Die Kugeln gelangen zwischen zwei in der Abb. 892 im Querschnitt dargestellte, stählerne, aus 8—12 Teilen zusammengesetzte Ringe, welche innen durch eine Art Feilenhieb gerauht sind. Dieselben werden durch Klammern, wie aus der Abb. 893 zu ersehen, festgehalten und gestatten so eine bequeme Auswechselung behufs der ab und zu erforderlichen Schärfung. Diese Schrotmühlen, welche in der genannten Fabrik einen großen Saal (Abb. 894) ausfüllen, liefern in 25 Minuten je einen Satz von 100—110 Stück in bereits gut runder aber noch nicht genügend glatter Form.

895. Schleifring.



896. Härteflasche.

Nach sorgfältiger Besichtigung und Ausscheidung aller fehlerhaften Stücke gelangen die Kugeln nunmehr in den Vorschleifapparat. Derselbe ist ganz ähnlich wie die Schrotmühle gebaut, besitzt aber gußeiserne Ringe mit drei eingedrehten Rillen (Abb. 895), so daß mehrere Größen zu gleicher Zeit behandelt werden können. In diesen Rillen laufen die Kugeln mit etwas Fett und feinstem Schmirgel. Dem vorschleifen folgt das härten und diesem das nachschleifen. Hierzu wird derselbe Apparat gebraucht, nur mit noch feinerem Material arbeitend. Dann gelangen die Kugeln mit Wiener Kalk, Sägemehl und ähnlichen Materialien in die Trommel, welche ihnen die letzte Politur und den äußersten Glanz gibt.



897. Kugelprobe.

Das härten geschieht in Amerika in gußeisernen, mit einem engen Hals versehenen Flaschen (Abb. 896), in welchen die Kugeln eben nur den Boden bedecken. Die Flaschen stehen zu mehreren — 3 bis 5 — in einem Ofen, der ihnen mit ihrem Inhalt eine mäßige, der Natur des Stahles entsprechende Glut erteilt, mit welcher sie in Fett entleert werden.

Die mehrgenannte Kugelfabrik in Schweinfurt verwendet diese Flaschen, welche die Feuerführung erleichtern und die Verzunderung verhindern sollen, nicht. Die Kugeln liegen dort unmittelbar auf der Herdsohle und werden von dem Arbeiter, welcher die Glut genau beobachtet, rechtzeitig mit Hilfe eines rechenartigen Instruments in das Härtebad befördert.

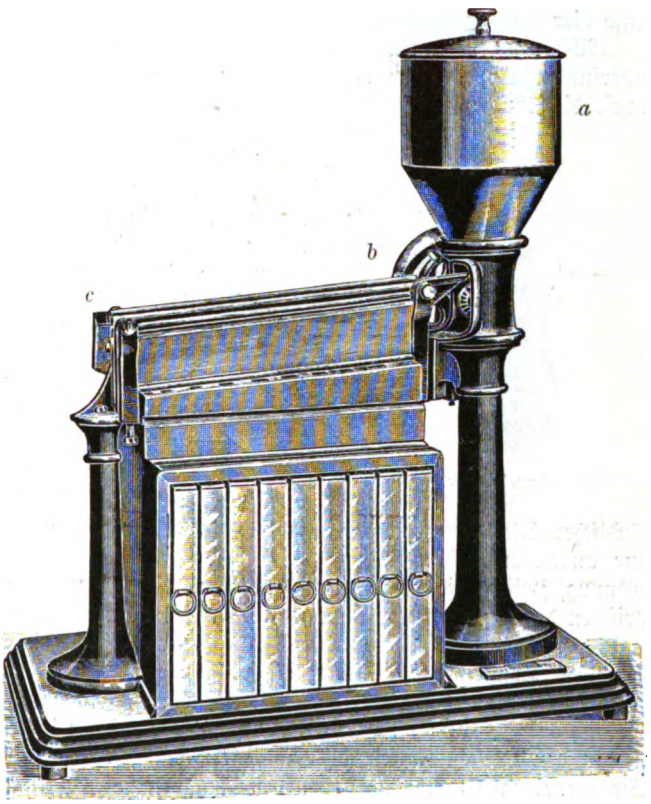
Die Ansichten über die Kugeln zu erteilende Härte sind sehr verschieden. Manche wünschen dieselbe sehr groß, während andere mehr eine milde Härte anstreben. — Um die Kugeln nach ihrer Härte zu scheiden und gleichzeitig die fehlerhaften — zu harten und zu weichen — abzutrennen, wendet man verschiedene Verfahren an. Ist die Fabrik des gleichartigen Materials durchaus sicher, so genügen Stichproben, um weiche Gruppen von harten auszuscheiden, der Annahme entsprechend, daß die Kugeln bei gleichartigem Material und bei gleichartiger Behandlung auch gleichartig ausfallen müssen. Diese Proben werden unter einem kleinen Fallhammer vorgenommen, mit gut gehärteten Bahnen, wobei das Verhalten der Kugeln bei verschiedenen Fallhöhen beobachtet wird. Zu weiche Kugeln zeigen Schlagflächen, zu harte oder die durch falsche Behandlung zu spröde gewordenen zerspringen.

Digitized by Google

Eine recht sinnreiche Vorrichtung zum trennen der fertigen Kugeln nach den verschiedenen Härtestufen ist in der Abb. 897 in ihren Grundzügen dargestellt. Die in dem Gefäß a befindlichen Kugeln gelangen mit Hilfe einer am Boden desselben angebrachten Speisevorrichtung, welche in b besonders gezeichnet ist, einzeln ins Freie und fallen auf den glasharten Boden, der sie je nach ihrer Härte mehr oder weniger hoch emporwirft. In verschiedenen Höhen aufgestellte Gefäße, c, d, e, fangen sie dann auf, also daß das obere Gefäß alle harten und das untere Gefäß alle weichen u. s. w. aufnimmt.

Den Schluß der Herstellungsfolgen bildet der Meßapparat, welcher die Kugeln nach ihrer Größe trennt, soweit dies noch erforderlich ist. Denn sie sind trotz aller Vorsicht und aller Messungen immer noch nicht so genau gleich, wie es ihre Verwendung in den meisten Fällen erfordert.

Die Grundlage für derartige selbstthätig wirkende Scheidemaschinen ist eine etwas geneigte und sich nach unten erweiternde Rinne, auf welcher die Kugeln entlang rollen und durch welche naturgemäß die kleineren sehr bald, die größeren erst später fallen, so daß sie in verschiedene nebeneinander stehende Gefäße gelangen, genau nach ihrer Größe getrennt.



898. Kugelauslesemaschine.

Abb. 898 stellt die Kugelauslesemaschine von Wilhelm Hegenscheid in Ratibor dar. a ist das Gefäß, an dessen Boden sich eine ähnliche Auslaufvorrichtung befindet, wie wir sie in der Abb. 897b kennen gelernt haben, die also die Kugeln einzeln entläßt; b–c ist die geneigte und sich unten etwas erweiternde Rinne, welche hier aus zwei haarscharf geschliffenen stählernen Walzen besteht. Darunter stehen 9 Gefäße, Schiebladen, welche also 8 Abteilungen der Rinne entsprechen. Würde diese unten 0,8 mm weiter sein als oben, so würde der Unterschied der Rinnenweite je über zwei nebeneinander stehenden Gefäßen, von Mitte zu Mitte gerechnet, 0,1 mm betragen. Die Kugeln würden also nach zehntel Millimetern getrennt werden.

In Wirklichkeit sind die Unterschiede aber wesentlich geringer, da Kugeln mit 0,8 mm Unterschied unter den geschilderten Verhältnissen nicht zusammenkommen können.

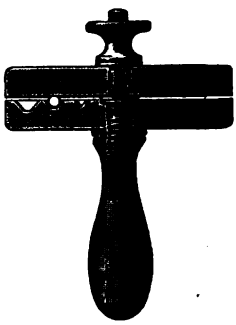
Statt der Walzen wendet man auch sehr genau gerade geschliffene Lineale an, welche die Rinne bilden. Ferner befindet sich auch zuweilen — Schweinfurt — unter der Rinne eine schmale Stahlleiste, welche sich dauernd hebt und senkt, dabei die Kugeln jedesmal von ihrem Lager aufhebend, vorwärts bewegend und auf die Kanten der Rinne nieder-

Digitized by Google

senkend, wodurch die erforderliche Neigung der Rinne ermäßigt und die Sicherheit der richtigen Trennung erhöht wird.

Behufs des richtigen verpackens müssen die Kugeln nun noch gezählt werden. Es geschieht dies, wie bei den Münzen, durch wiegen oder aber durch eine Art Messung. Letztere erinnert an das abzählen der Nadeln, wo das Augenmaß, durch zählen geschult, dies durchaus zu ersetzen imstande ist. Hier aber wird das letztere wesentlich unterstützt durch folgende sehr einfache Anordnung: Die Kugeln werden in ein flaches Gefäß gethan, auf dessen Boden sich in regelmäßiger Verteilung und der Größe der Kugeln entsprechend, Vertiefungen befinden, welche die Kugeln zwingen, sich schön regelmäßig zu ordnen. Es genügt also ein rascher Blick, um dies zu übersehen, und ein leichtes schütteln, um die erforderliche Ordnung zu bewerkstelligen, worauf die überzähligen Kugeln entfernt werden. Auch hier bringen Gewohnheit und Übung erstaunliche Fertigkeiten zuwege.

Abb. 899 stellt einen von Friedrich Fischer in Schweinfurt konstruierten Kugeluntersuchungsapparat dar, welcher für den Käufer bestimmt ist. Er dient dazu, den guten Lauf, die Rundung der Kugeln zu untersuchen, und besteht aus einer mit einer Handhabe versehenen gußeisernen oder stählernen Platte, welche mehrere — hier zwei — Rillen von verschiedener Größe enthält, in welche die zu untersuchenden Kugeln gebracht werden. Die Oberplatte, welche eben gehalten ist, wird dann aufgesetzt und mit Hülfe einer Rändelschraube sanft angezogen. Werden nunmehr die Platten gegeneinander gedreht, so kennzeichnet sich die gute Kugel durch ein sanftes rollen, während unrunde Kugeln sich sofort durch rauhes laufen bemerkbar machen.



899. Kugelprüfer.

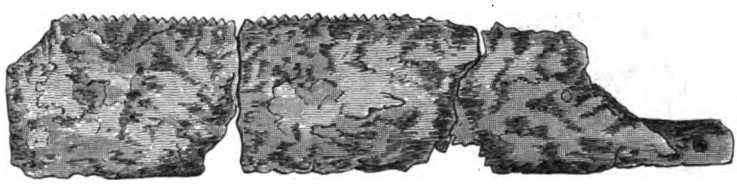
Die handelsüblichen Maße für die Kugeln werden nach englischen Zoll angegeben. Es ist dies noch ein alter Zopf, welcher uns mit den Fahrrädern eingeschleppt worden ist. Die ersten Kugelfabriken waren in Amerika und England, und der Handel war auf diese Weise gezwungen, mit ausländischem Maß zu arbeiten. Es werden daher auch feinere Zwischenstufen, als 32stel Zoll nur ausnahmsweise geliefert. Nach der von dem Referenten zuerst eingeführten Anordnung, zwischen je zwei Kugeln eine etwas kleinere zu legen, um die gleitende Reibung zwischen den Kugeln in rollende zu verwandeln, braucht man aber für die kleinen Kugellager, wie für Fahrräder und ähnliche Zwecke, weit feinere Unterschiede. Ferner ist heute der Konstrukteur, welcher mit Millimetern arbeitet, zu einem eigentümlichen Verfahren gezwungen: er zeichnet nach Millimetern, trägt dann die Kugel nach engl. Maß ein und bemißt danach die Schalen oder Lager wieder in Millimetern, die dann natürlich in den meisten Fällen in Bruchteilen ausfallen. In der Werkstatt wird dann die Schablone, ganz unabhängig von den Angaben des Büreaus, nach einer gut passenden Ausführung zugerichtet. Es geht dies also recht ähnlich so, wie mit der Schraube, deren Steigungen heute noch nach englischem Maß gearbeitet werden.

Die erste Deutsche Gußstahlfabrik in Schweinfurt hat auf Veranlassung des Referenten auch hier begonnen, den Bann zu brechen, und für ihre Kugeln eine Millimeterskala angefertigt. Dem alten System ist dadurch Rechnung getragen, daß die zutreffenden Maße in englischen Zollen beigefügt worden sind.

Digitized by Google

Sägen.*)

Die ältesten Nachrichten über Sägen verdanken wir den assyrischen Skulpturen, auf denen wir neben Schwertern auch Sägen abgebildet finden. Der älteste Fund dieser Art dagegen entstammt den Ausgrabungen von Viktor Place, welche derselbe mit Unterstützung Napoleons III. in den Trümmern des Palastes Khorsabad (bei Ninive) in den 60er Jahren vorgenommen hat und uns schon wiederholt Material aus alten Zeiten lieferte. Abb. 900 gibt eine Darstellung dieses altertümlich wertvollen Fundstückes, ein Bruchstück eines etwa 15 cm breiten und über 1 m langen Sägeblattes. Das eine Ende trägt noch den Ansatz zum Griff. Die Zähne sind zweiseitig, und man kann daher vermuten, daß auch die andere Seite mit einem Griff versehen war.

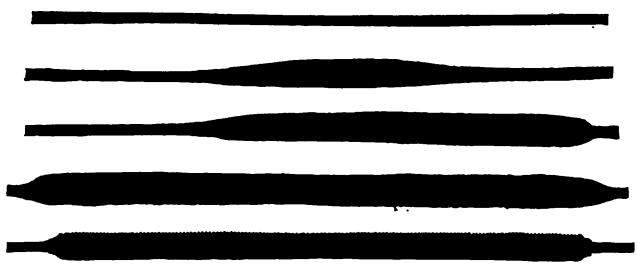


900. Bruchstück eines Sägeblattes, gefunden zu Ninive.

Das vorliegende Stück stellt bereits eine tüchtige Breitarbeit dar und beweist wiederum, daß damals schon die Kunst der Bearbeitung des Eisens auf einer ziemlich hohen Stufe stand. Das breiten erfordert sehr gutes Material und eine große Gewandtheit in der Behandlung des Feuers und der Schmiedestücke in demselben.

Die Herstellung der Sägen auf dem Wege des breitens hat sich bis in unsere Zeit hinein erhalten und ist vielleicht jetzt erst als erloschen zu betrachten. Die letzten Sägen dieser Art wurden nach Rußland hin geliefert, nachdem man sich hier längst an die aus Stahlblech geschnittenen Sägen gewöhnt hatte.

Abb. 901 gibt die Herstellungsreihe der gebreiteten Säge, welche durch die darunterstehenden Erläuterungen wohl genügend verständlich ist. Das Material war ein hartes Eisen, bei besonders guter Ware vorgeschweißt, oder auch ganz ein weicher Stahl.



901. Breiten der Säge.
1. Rohstück. 2. In der Mitte gebreitet. 3. Zweimal gebreitet. 4. Fertig gebreitet. 5. Geschnitten und gezahnt.

Die heutige Herstellung der Säge zerfällt in folgende Arbeiten: schneiden, zahnen, härten, richten, schleifen, pließen und event. schränken.

Das schneiden geschieht in kleinen Betrieben heute noch mit Hilfe der Handschere, in der Regel jedoch mit Hilfe mechanisch getriebener Scheren. Auch die Angelenden werden durch den „Schnitt" geformt, soweit dies nicht durch anfügen besonderer Angelstücke unnötig wird.

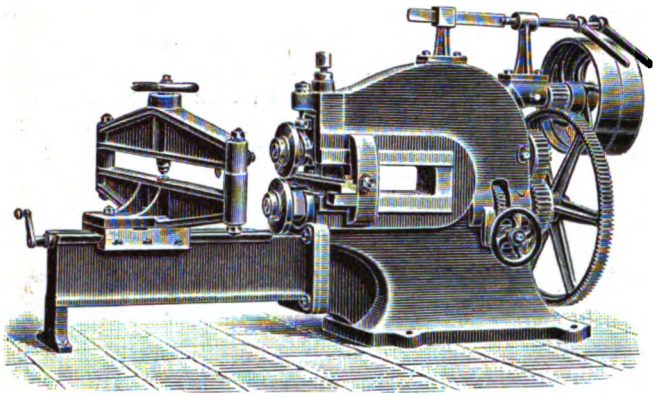
Die Kreissägen werden ebenfalls unter der geraden Säge geschnitten, nebenbei wird auf die Arbeit des zahnens gerechnet, welche den genauen Kreis an sich herausbildet. Kreisscheren für schwere Bleche (Abb. 902) sind noch wenig in Gebrauch.

Bei schweren Sägen geht das zahnen dem härten voran, weil das zahnen bereits gehärteter Sägen nur bei geringen Blechstärken möglich ist. Schwächere Sägen werden erst gehärtet und gepließt und dann gezahnt.

*) Über die verschiedenen Formen der Sägen, deren Handhabung und Behandlung gibt das hier verschiedentlich benutzte, sehr eingehende Werk von David Dominicus, Berlin, Polyt. Buchhandlung A. Seydel, vorzügliche Auskunft.

Digitized by Google

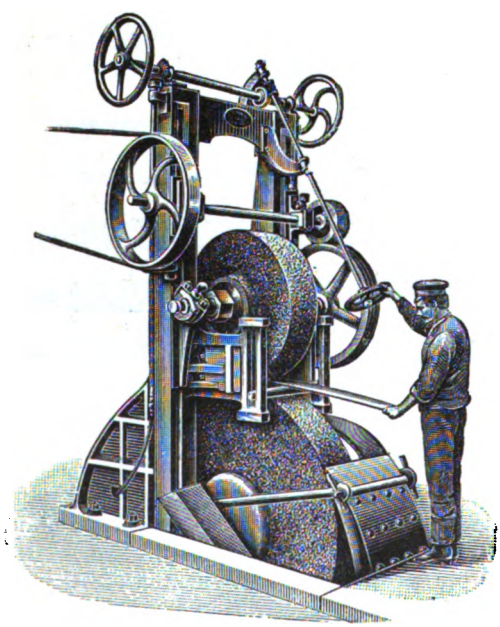
Das härten der Sägen geschieht nach den uns bereits bekannten Grundsätzen, in der Regel durch ablöschen in Fett. Je nach der Härteflüssigkeit und der Art des Stahles ist die Härtung damit beendet, oder es muß noch ein nachlassen erfolgen. Das letztere geschieht häufig bei blanken Sägen, bei denen die Anlauffarbe gleichzeitig ein schönes Aussehen mit sich bringt. Man führt dies auf heißen — von unten her erwärmten — Platten durch, welche mit Sand bedeckt sind. In diesen Sand bettet man die Sägen ein, zieht sie hin und her, bestreut sie von neuem und wartet dabei die gewünschte Farbe, meist ein mehr oder weniger helles Gelb, ab. Eine gewisse Art von Sägen wird nur mit den Zähnen durch den heißen Sand gezogen. Dieselben laufen dadurch blau an, welche Farbe in einen schmalen Streifen über Rot in Gelb ausläuft und der Säge so ein besonderes Ansehen verleiht.



902. Kreisschere. (Zu S. 835.)

Um das ziehen zu verhüten, werden die Sägen vor dem härten in einen Bogen gespannt und in diesem Zustand eingetaucht.

Dem härten folgt das richten, eine Arbeit, welche sich bei den kleinen und dünnen Sägen recht leicht macht, aber bei großen Sägen mit großen Schwierigkeiten verbunden ist und eine große Gewandtheit und Übung erfordert. Auf S. 329 ff. ist das Erforderliche mitgeteilt worden.



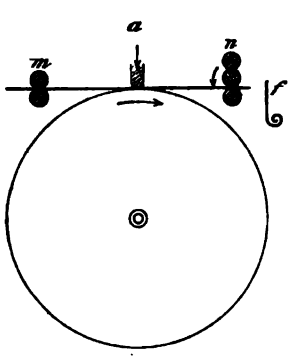
903.
Schleifmaschine für Mühlsägen, Fritz Nürnthal, Remscheid.

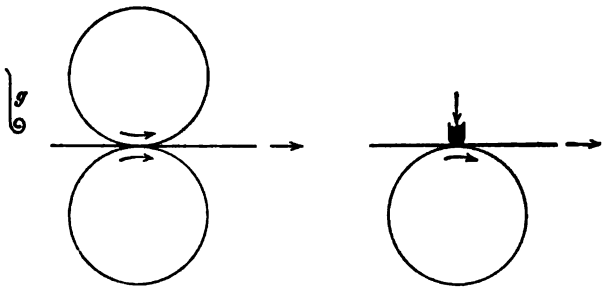
Das schleifen der Sägen erfordert heute besondere Vorrichtungen, welche die unvorteilhafte alte Handschleiferei ersetzen. Die großen Mühlensägen, Baumsägen u. s. w. werden vielfach auf der sogenannten englischen Schleifmaschine (Abb. 903) bearbeitet. Dieselbe besteht aus zwei übereinander angeordneten Steinen, welche mit verschiedener Geschwindigkeit umlaufen: Der obere, kleinere dient dabei nur zum gegenhalten, während der untere, größere und schnellaufende die eigentliche Schleifarbeit besorgt. Die Säge geht also zweimal durch und muß zwischendurch gewendet werden.

Die kleinen Sägen werden mit Hilfe von walzenähnlichen Pließ-scheiben bearbeitet, zwischen denen sie (Abb. 904) durchgeschoben werden. Dabei wird die obere Walze häufig durch ein Druckstück (Abb. 905) ersetzt. In beiden Fällen wird gewendet, da auch im Falle von 904 die obere Walze meist nur zum anpressen dient. —

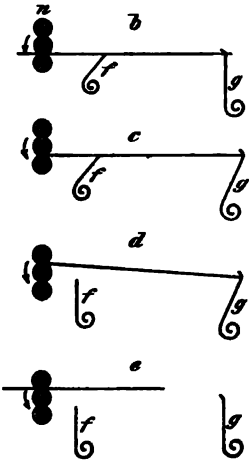
Zeit ist Geld, bei dem Amerikaner immer noch mehr, als bei uns. Ihm dauert es zu lange, wenn die durchgegangenen Sägen auf den Boden fallen und nachher wieder

Digitized by Google

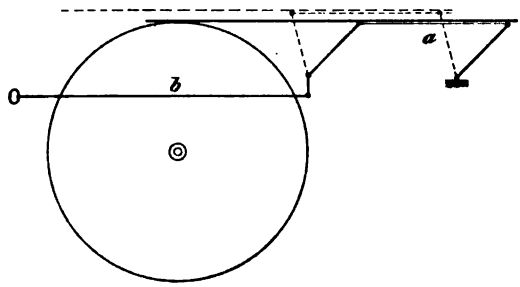




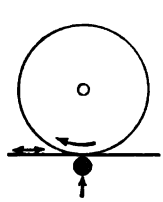
904 u. 905. Fließwalzen.



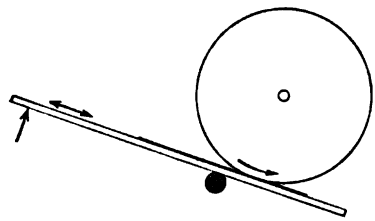
906 a—e. Amerikanische Einrichtung mit selbstthätiger Rückkehr.



907. Zurücknehmen der Säge beim nachschleifen. (Zu S. 328.)

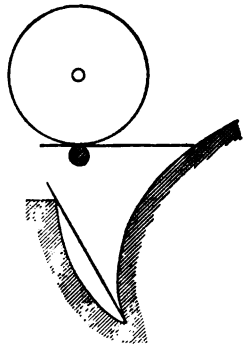


908. Fließen von Hand über der Rolle.



909. Fließen mit Hebelkraft. (Zu S. 328.)

aufgenommen werden müssen. Die amerikanischen Sägeschleifereien haben daher zum Teil folgende Einrichtung*): Zu beiden Seiten des Steines, der Höhe desselben entsprechend, befinden sich Walzensysteme (Abb. 906 a—e). Das linke, m, ist ein Speisewalzenpaar, welches elastisch zusammengepreßt wird und dafür zu sorgen hat, daß die zwischengesteckte Säge kräftig vorangeschoben wird, zwischen dem Stein und dem darüber befindlichen Druckstück, oder einer Druckwalze, hindurch, so daß der erstere seine Schuldigkeit zu thun imstande ist. Etwas vor der Mitte ihres Weges trifft die Säge auf ein zweites Walzenpaar, welches zunächst das erste unterstützt, wozu es, als ziehend, besonders befähigt ist. Bald dahinter aber befindet sich ein elastischer Arm f, welcher zunächst niedergebogen wird, so daß die Säge darüber hinweggeht (Abb. 906 b). Gegen das Ende ihrer Bewegung trifft die Säge auf einen zweiten federnden Arm g. Bald darauf ist sie (Abb. 906 c) an das Ende der Vorschubfähigkeit des Walzenpaares b angelangt und entschlüpft demselben (Abb. 906 d), dabei dessen Bewegungsrichtung, namentlich der Unterwalze, sowie der Wirkung des Federarmes f folgend. Hierdurch gelangt sie nach oben, zwischen Mittel- und Oberwalze, während der federnde Arm immer noch

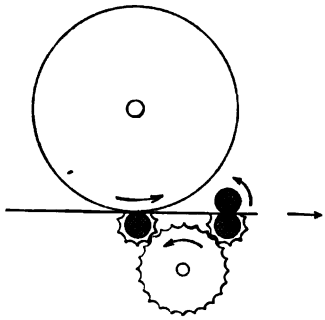


910. Auffangen der Säge. (Zu S. 328.)

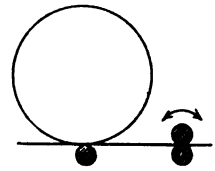
*) Skizzen des Verfassers aus der Amerikafahrt des Vereins deutscher Eisenhüttenleute, 1890. — Vergl. „Stahl und Eisen“ 1891.

Digitized by Google

nach links drückt. Nunmehr aber kann die Säge diesem Impuls nicht nur folgen, sondern wird durch die nach links hin wirkende Bewegung (Abb. 906e) der Walzen sogar gezwungen, dorthin zu wandern, wo sie der Arbeiter in Empfang nimmt und, je nach Bedarf, als fertig beiseite legt oder aber eventuell mit der anderen Seite nach oben noch einmal denselben Weg schickt. — Bei längeren Sägen, welche weniger steif sind, wird die Säge (Abb. 907) während der Schleifarbeit bzw. durch dieselbe auf einen Tisch a geschoben, mit Hilfe der gut zur Hand liegenden Stange b gehoben und gleichzeitig so weit nach vorn gebracht, daß der Arbeiter sie ergreifen und weiter behandeln kann.

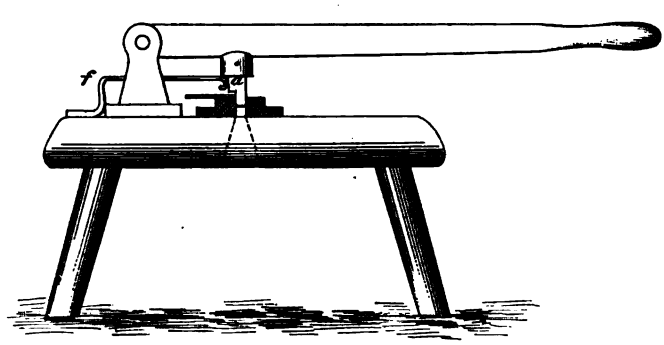


911. Pließen mit Speisewalzen.



912. Speisewalzen mit Wendelauf.

In der Pließerei, wo statt der mit Wasser laufenden Schleifsteine die lederbezogenen Scheiben mit Öl und Schmirgel arbeiten, finden wir ähnliche Vereinfachungen und Einrichtungen. Im einfachsten Fall ist unterhalb der Pließscheibe (Abb. 908) eine Rolle angebracht, welche elastisch gegen die Pließscheibe angepreßt wird. Die Säge wird zwischen beiden durchgesteckt und vom Arbeiter so lange hin- und hergezogen, bis die Oberfläche das gewünschte Aussehen hat. Dann geschieht es ebenfalls mit der anderen Seite u. s. w. — Bei schwereren Sägen, welche einen größeren Druck erfordern, wird (Abb. 909) Hebelkraft verwendet; der Vorgang ist im übrigen derselbe. — Eine recht einfache Rückgabevorrichtung für die Pließerei ist in der Abb. 910 skizziert: Die Säge fällt nach dem Durchgang in einen eigenartig geformten Trog, wo sie sich von selbst so stellt, daß der Arbeiter sie leicht ergreifen kann. Es ist klar, daß diese oder jene Art und Weise durch die Art der Sägen bedingt wird. Darf dieselbe an dem einen Ende ungescheuert bleiben, so ist vielleicht die Einrichtung der Abb. 908 am Platze, im anderen Fall die der Abb. 910. — Man hat dort ferner Einrichtungen mit Speisewalzen, wie in der Abb. 911 angegeben, deren Wirkungsweise wohl ohne weitere Erläuterung erkennbar ist. Endlich erhalten die Speisewalzen auch rückkehrende Bewegung (Abb. 912), wodurch auch die Zeit und Mühe für das wechseln und zurücknehmen gespart wird.



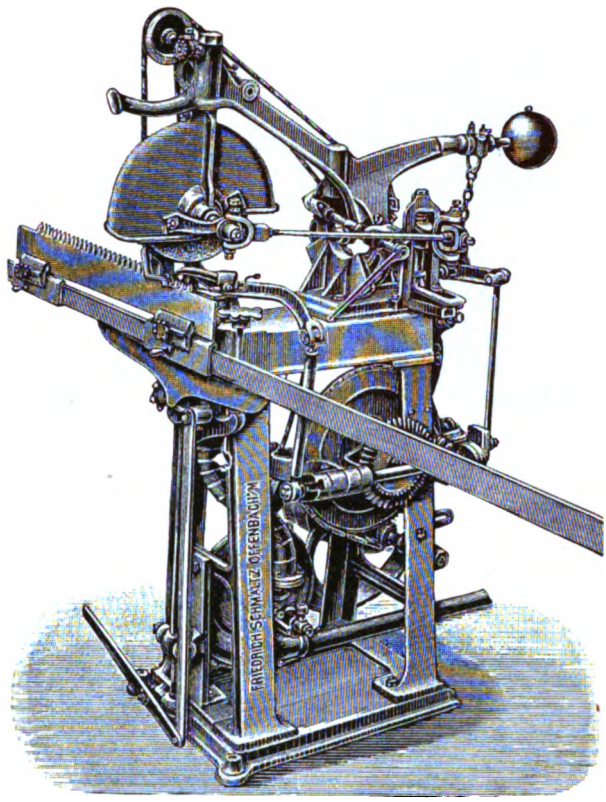
913. Sägebock.

Das zahnen der Sägen wird heute fast durchweg mechanisch durchgeführt. Nur in kleinen Betrieben ist der „Sägebock" noch im Gebrauch. Derselbe (Abb. 913) besitzt einen durch einen Hebel von Hand zu treibenden Stempel, dessen Nase a die Zahnlücke ausstanzt. Der Stempel, welcher lose in einem Ansatz des Hebels sitzt, wird durch eine Feder f gegen seine Führung gedrückt, um genau zu arbeiten. Der Hebel wird durch eine Deckenfeder vermittelst der Schnur nach oben gezogen und von Hand nach unten gedrückt. Außerdem befindet sich dicht neben der Stempelführung ein Haken, in welchen der Zahner die Säge mit dem zuletzt gefertigten Zahn einhängt. Dadurch wird das Blatt für den nächsten Schnitt richtig gestellt. Die Arbeit geht vermöge der außerordentlichen Gewandtheit, welche sich die Leute durch langjährige Übung erworben haben, sehr schnell voran, und es hat bis in die neueste Zeit hinein gedauert, bis sich die Zahnmaschine eingebürgert hat.

Digitized by Google

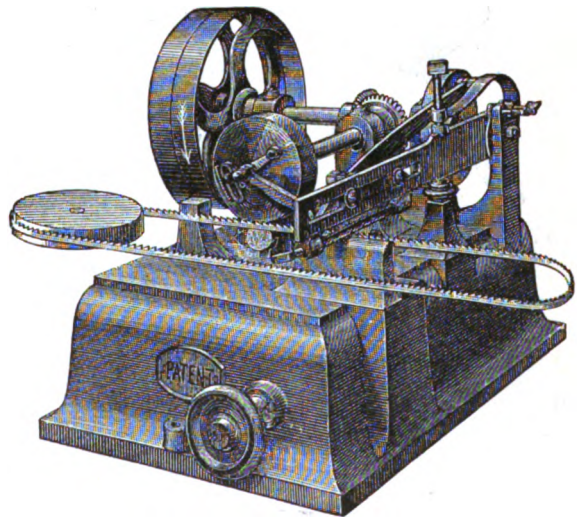
Eine solche entspricht genau der Handarbeit, die sie lediglich kopiert. Bei kleinen Sägen ist das verhaken geblieben, während der Stempel mechanisch angetrieben wird. Im übrigen werden die Maschinen mit einer Vorschubvorrichtung versehen, welche in der Regel mit Hilfe von Reibungswalzen das Blatt genau um die erforderliche Zahnbreite rechtzeitig vorschiebt. Manche Sägen, wie z. B. die Fuchsschwänze, haben nach der Spitze zu abnehmende Zahntiefe, was ebenfalls mechanisch geregelt wird.

Dem zahnen folgt das nachfeilen der Zähne. Auch dies wird vielfach der Maschine übertragen, wie aus der Abb. 914 ohne weitere Erläuterung ersehen werden kann. Auch der Schleifstein ist in den letzten Jahrzehnten mit bestem Erfolg in den Dienst hierfür gestellt worden (Abb. 922).



914. Zahnschärfmaschine.

Eine besondere Behandlung erfordern die Kreissägen. Das härten an sich bietet keinen Unterschied dar: Die Säge gelangt aus dem Ofen in einen großen mit geschmolzenem Talg oder auch wohl mit Thran gefüllten Härtebottich, den sie krumm und zu hart verläßt. Das erforderliche nachlassen und richten wird nunmehr möglichst vereinigt. Aus diesem Grunde wird das Blatt zunächst — nach dem in Deutschland üblichen Verfahren — zwischen zwei glühende Blechplatten und mit diesen in eine mächtige Presse gebracht, so daß es unter Druck erwärmt wird und ebenso bis auf einen bestimmten Grad erkaltet.

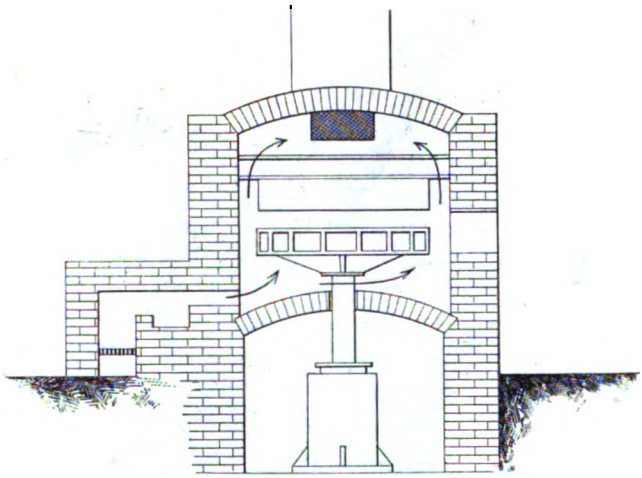


915. Bandsägefeilmaschine „Flagelfe".

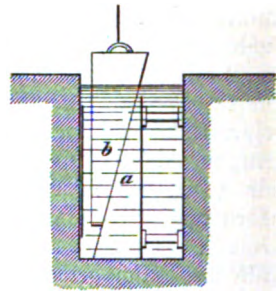
In Amerika*) werden die genannten glühenden Bleche dadurch ersetzt, daß die Preßplatten selbst erwärmt werden. Es gibt zwei verschiedene Wege:

*) Die größte Sägefabrik ist die von Henry Disston in Tacony bei Philadelphia, welche als Muster für Sägen- und Feilenfabrikation bekannt ist.

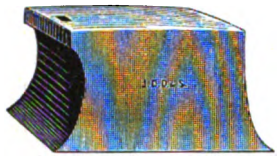
Digitized by Google



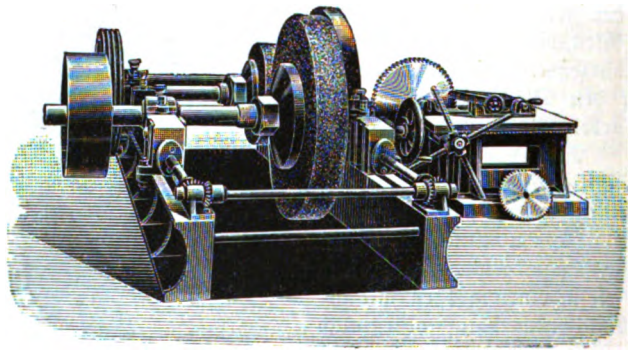
916. Amerikanischer Härteofen mit hydraulischer Pressung.



917. Preßhärtung.



918. Amboß. (Zu S. 332.)

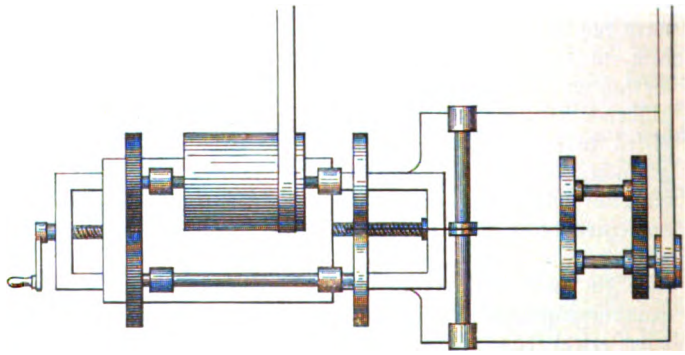


922. Schleifmaschine für Kreissägen, Hürthal & Brune, Remscheid. (Zu S. 332.)

919. Spannhammer. (Zu S. 332.)

920. Querhammer. (Zu S. 332.)

921. Kopfhammer. (Zu S. 332.)



923. Vliessen der Kreissäge. (Zu S. 332.)

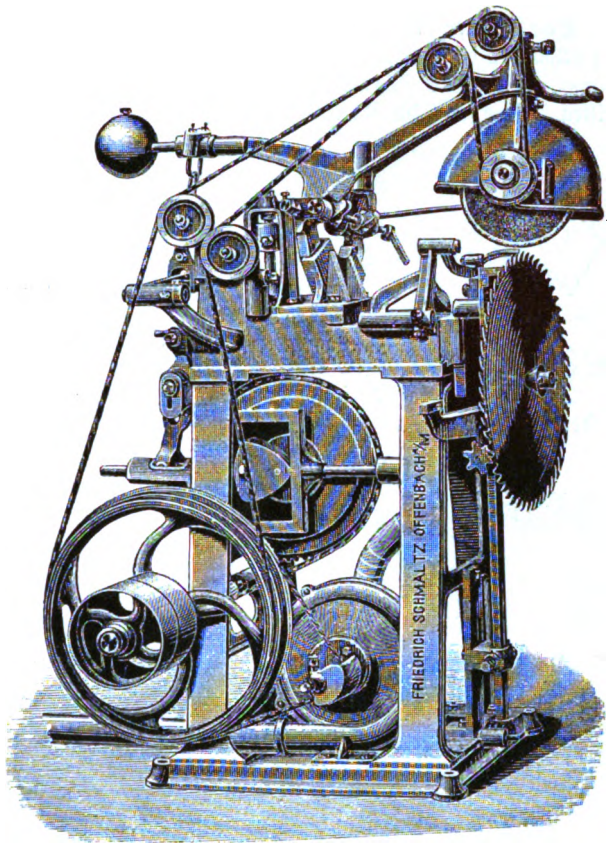
Digitized by Google

Gewöhnlich liegen die Platten, mühlsteinartige gußeiserne Gebilde, unmittelbar im Feuer, also (Abb. 916) in einem von einer Flamme durchschlagenen Ofen. Sie sind am Umfang mit Höhlungen versehen, welche nach Bedarf zugesetzt werden können. Dadurch wird die Oberfläche verringert und damit auch die Einwirkung der Flamme auf den Preßkörper oder dessen Temperatur. In den Gebieten des Naturgases (Pittsburg) wird die Flamme durch den alsdann entsprechend hohl angelegten Stein geführt.

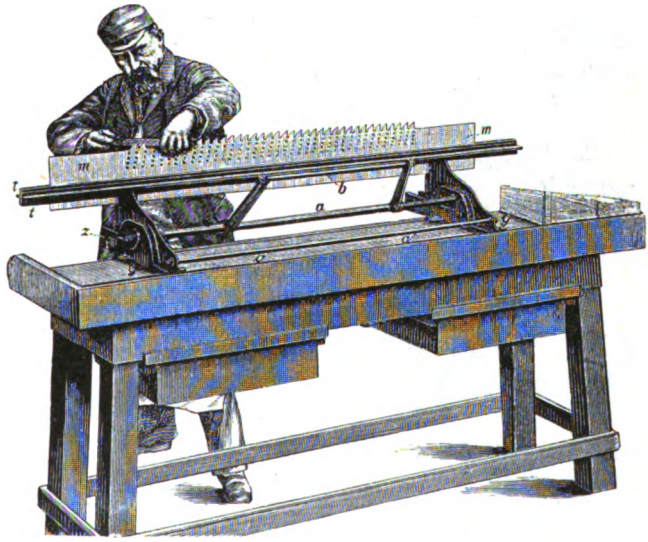
Die Preßkörper werden meist, wie in der Abb. 916 angegeben, hydraulisch bethätigt, zuweilen indessen auch durch Preßschrauben, welche von der Transmission aus mit Riemen und Wendegetriebe bewegt werden.

Diese Pressung wird in Amerika auch direkt beim härten großer Sägen ausgeführt. Abb. 917 zeigt eine mit Fett gefüllte Grube, in welchem ein aufrecht stehender Keil a gelagert ist, fest gegen die Wand abgestrebt. Die glühende Säge wird hineingesenkt und unmittelbar darauf durch senken des Gegenkeiles b gepreßt, so daß sie unter Pressung erkaltet.

Trotz dieser Preßeinrichtungen, welche übrigens auch für andere Sägen verwendet werden, ist, namentlich bei den größeren Sägen, noch ein richten („spannen") erforderlich. Hier hat selbst in Amerika die Handarbeit ihr Recht behalten, dank der hierzu erforderlichen, bereits oben erwähnten außerordentlichen Sachkenntnis.



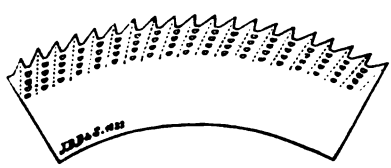
924. Schärfen der Kreissäge.



925. Schärfen einer hinterlochten Säge.

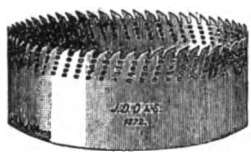
Digitized by Google

Das spannen beruht auf der Streckung derjenigen Stellen, welche anderen gegenüber zu kurz geworden oder geblieben sind. Es wird dies bei schwächeren Platten an den Bewegungen erkannt, welche das Sägeblatt macht, wenn es auf verbiegen beansprucht wird. In den meisten Fällen sind die Kreissägen durch die wiederholte Erwärmung und beim arbeiten des Randes an diesem zu lang geworden, bedürfen also der Streckung der inneren Flächenteile. Die Werkzeuge dazu sind sehr einfach, ein derber Amboß und ein etwas ballig geformter Hammer, vielleicht auch, für kräftigere Streckungen, Pinnhämmer, Kopf- und Querhammer, wie in den Abb. 918—921 dargestellt ist, zuweilen mit schärferen Kanten. Die Hauptsache bleibt die gründliche Sachkenntnis, wenn nicht genau die entgegengesetzten Erfolge sich einstellen sollen, wie sie beabsichtigt sind.

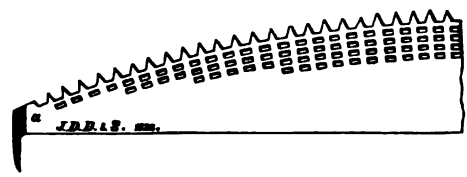


926. Hinterlochtes Furniersegment.

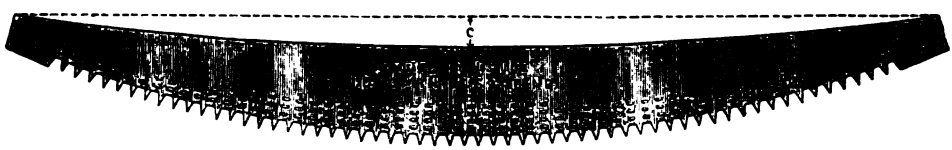
Das schleifen der Kreissägen wird in verschiedener Weise durchgeführt. Im einfachsten Fall wird das Blatt an eine Planscheibe gespannt, wie sie die sogenannten



927. Hinterlochte Trommelsäge.



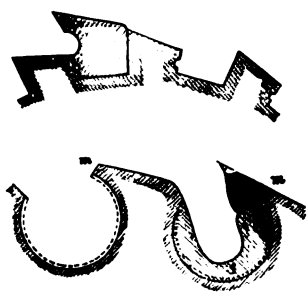
928. Hinterlochte Bandsäge.



929. Normalsäge.

Plandrehbänke besitzen, und durch ein mit Hebelkraft von der Hand gegengehaltenes Schleifsteinstück gescheuert. Anstatt des letzteren wird bei besseren Anlagen ein vollständiger Schleifstein gesetzt, der sich selbstthätig in radialer Richtung vorschiebt.

Die diesbezüglichen amerikanischen Schleifmaschinen sind wesentlich vollkommener. Die auf eine Achse gesetzte Säge (Abb. 922) läuft, ganz ähnlich, wie es bei dem schleifen der Mühlensägen geschildert ist, nur natürlich mit winkelrecht dazu verstellter Achse zwischen zwei Schleifsteinen, von denen wieder der eine klein ist, langsam läuft und zum Gegenhalt dient, während der andere, größere und schnelllaufende die eigentliche Schleifarbeit besorgt. Dabei wird die Achse des Sägeblattes langsam verschoben. Der kleine Gegenstein wird auch zuweilen durch einen festen Gegenhalt ersetzt.



930 u. 931.
Kreissägen mit eingesetzten Zähnen.
(Zu S. 334.)

Kleine Kreissägen werden gepließt. Auch sie befinden sich (Abb. 923) auf einer Achse a, werden aber von zwei Reibungswalzen b und c in Umdrehung versetzt, während das Blatt von zwei auf beiden Seiten arbeitenden Pließscheiben d und e geschmirgelt wird.

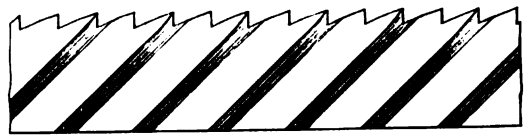
Das nachschärfen der Kreissäge wird, wie bei den Blattsägen, sowohl von Hand mit der Feile als auch von der Maschine mit der Schleifscheibe oder der Feile besorgt. Abb. 924 stellt eine solche dar.

Um die Handarbeit zu regeln, d. h. den Schärfer anzuleiten, recht gleichmäßig zu arbeiten, werden die Sägen vielfach mit Schleif- oder Schärflinien versehen, wonach sich

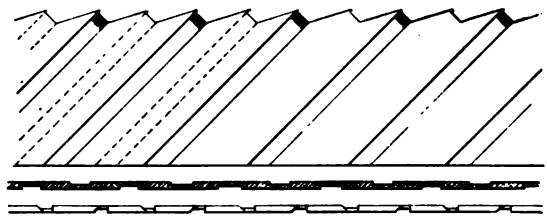
Digitized by Google

982. Sägenschrank mit Anschlag. (Zu S. 334.)

983. Kreisförmiger Sägenschrank. (Zu S. 334.)

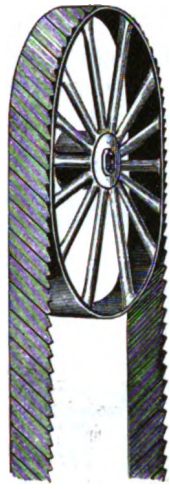


986

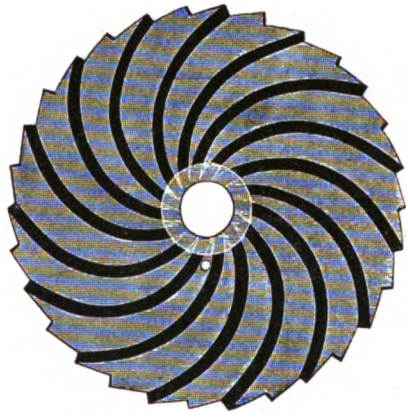


987

986 u. 987. Meißelsäge. (Zu S. 334.)

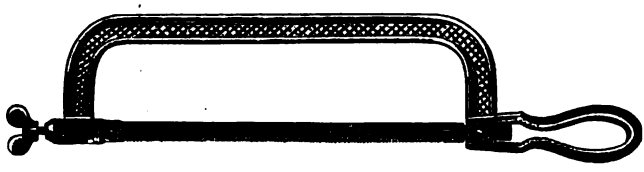


988. Handmeißelsäge. (Zu S. 334.)



989. Kreismeißelsäge. (Zu S. 334.)

984 u. 985. Schränkzangen. (Zu S. 334.)



940. Bogensäge. (Zu S. 335.)

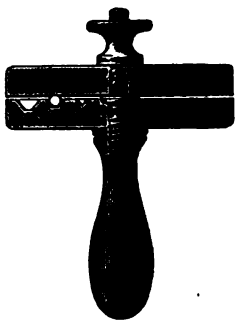
der Arbeiter richten kann. Eine andere, schon länger bekannte Methode, von Emmerson-Beaverfalls, Am., ist im letzten Jahrzehnt namentlich durch David Dominicus, Remscheid, zur Einführung gelangt. Die Sägen werden (Abb. 926—929) vorgestanzt, so daß die neuen Zähne bereits vorgearbeitet sind, also genaue Richtung behalten. Dieser Anordnung wird auch der Vorteil besserer Kühlung des Sägeblattes nachgerühmt, welches sich, wie oben angedeutet, bei der Arbeit leicht erhitzt.

Digitized by Google

senkend, wodurch die erforderliche Neigung der Rinne ermäßigt und die Sicherheit der richtigen Trennung erhöht wird.

Behufs des richtigen verpackens müssen die Kugeln nun noch gezählt werden. Es geschieht dies, wie bei den Münzen, durch wiegen oder aber durch eine Art Messung. Letztere erinnert an das abzählen der Nadeln, wo das Augenmaß, durch zählen geschult, dies durchaus zu ersetzen imstande ist. Hier aber wird das letztere wesentlich unterstützt durch folgende sehr einfache Anordnung: Die Kugeln werden in ein flaches Gefäß gethan, auf dessen Boden sich in regelmäßiger Verteilung und der Größe der Kugeln entsprechend, Vertiefungen befinden, welche die Kugeln zwingen, sich schön regelmäßig zu ordnen. Es genügt also ein rascher Blick, um dies zu übersehen, und ein leichtes schütteln, um die erforderliche Ordnung zu bewerkstelligen, worauf die überzähligen Kugeln entfernt werden. Auch hier bringen Gewohnheit und Übung erstaunliche Fertigkeiten zuwege.

Abb. 899 stellt einen von Friedrich Fischer in Schweinfurt konstruierten Kugeluntersuchungsapparat dar, welcher für den Käufer bestimmt ist. Er dient dazu, den guten Lauf, die Rundung der Kugeln zu untersuchen, und besteht aus einer mit einer Handhabe versehenen gußeisernen oder stählernen Platte, welche mehrere — hier zwei — Rillen von verschiedener Größe enthält, in welche die zu untersuchenden Kugeln gebracht werden. Die Oberplatte, welche eben gehalten ist, wird dann aufgesetzt und mit Hülfe einer Rändelschraube sanft angezogen. Werden nunmehr die Platten gegeneinander gedreht, so kennzeichnet sich die gute Kugel durch ein sanftes rollen, während unrunde Kugeln sich sofort durch rauhes laufen bemerkbar machen.



899. Kugelprüfer.

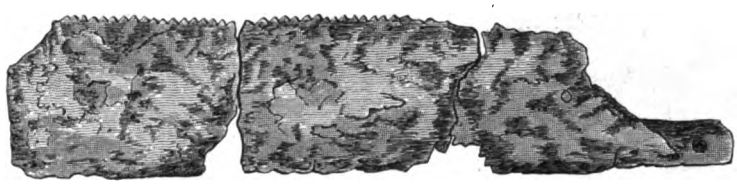
Die handelsüblichen Maße für die Kugeln werden nach englischen Zoll angegeben. Es ist dies noch ein alter Zopf, welcher uns mit den Fahrrädern eingeschleppt worden ist. Die ersten Kugelfabriken waren in Amerika und England, und der Handel war auf diese Weise gezwungen, mit ausländischem Maß zu arbeiten. Es werden daher auch feinere Zwischenstufen, als 32stel Zoll nur ausnahmsweise geliefert. Nach der von dem Referenten zuerst eingeführten Anordnung, zwischen je zwei Kugeln eine etwas kleinere zu legen, um die gleitende Reibung zwischen den Kugeln in rollende zu verwandeln, braucht man aber für die kleinen Kugellager, wie für Fahrräder und ähnliche Zwecke, weit feinere Unterschiede. Ferner ist heute der Konstrukteur, welcher mit Millimetern arbeitet, zu einem eigentümlichen Verfahren gezwungen: er zeichnet nach Millimetern, trägt dann die Kugel nach engl. Maß ein und bemißt danach die Schalen oder Lager wieder in Millimetern, die dann natürlich in den meisten Fällen in Bruchteilen ausfallen. In der Werkstatt wird dann die Schablone, ganz unabhängig von den Angaben des Büreaus, nach einer gut passenden Ausführung zugerichtet. Es geht dies also recht ähnlich so, wie mit der Schraube, deren Steigungen heute noch nach englischem Maß gearbeitet werden.

Die erste Deutsche Gußstahlfabrik in Schweinfurt hat auf Veranlassung des Referenten auch hier begonnen, den Bann zu brechen, und für ihre Kugeln eine Millimeterskala angefertigt. Dem alten System ist dadurch Rechnung getragen, daß die zutreffenden Maße in englischen Zollen beigefügt worden sind.

Digitized by Google

Sägen.*)

Die ältesten Nachrichten über Sägen verdanken wir den assyrischen Skulpturen, auf denen wir neben Schwertern auch Sägen abgebildet finden. Der älteste Fund dieser Art dagegen entstammt den Ausgrabungen von Viktor Place, welche derselbe mit Unterstützung Napoleons III. in den Trümmern des Palastes Khorsabad (bei Ninive) in den 60er Jahren vorgenommen hat und uns schon wiederholt Material aus alten Zeiten lieferte. Abb. 900 gibt eine Darstellung dieses altertümlich wertvollen Fundstückes, ein Bruchstück eines etwa 15 cm breiten und über 1 m langen Sägeblattes. Das eine Ende trägt noch den Ansatz zum Griff. Die Zähne sind zweiseitig, und man kann daher vermuten, daß auch die andere Seite mit einem Griff versehen war.

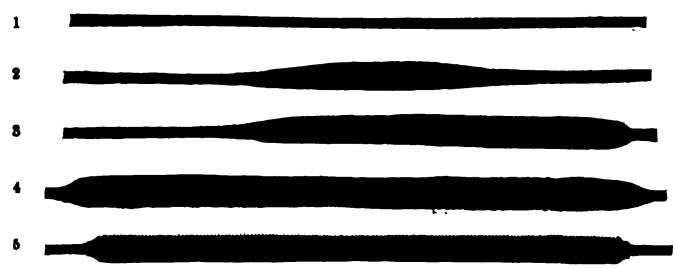


900. Bruchstück eines Sägeblattes, gefunden zu Ninive.

Das vorliegende Stück stellt bereits eine tüchtige Breitarbeit dar und beweist wiederum, daß damals schon die Kunst der Bearbeitung des Eisens auf einer ziemlich hohen Stufe stand. Das breiten erfordert sehr gutes Material und eine große Gewandtheit in der Behandlung des Feuers und der Schmiedestücke in demselben.

Die Herstellung der Sägen auf dem Wege des breitens hat sich bis in unsere Zeit hinein erhalten und ist vielleicht jetzt erst als erloschen zu betrachten. Die letzten Sägen dieser Art wurden nach Rußland hin geliefert, nachdem man sich hier längst an die aus Stahlblech geschnittenen Sägen gewöhnt hatte.

Abb. 901 gibt die Herstellungsreihe der gebreiteten Säge, welche durch die daruntersstehenden Erläuterungen wohl genügend verständlich ist. Das Material war ein hartes Eisen, bei besonders guter Ware vorgeschweißt, oder auch ganz ein weicher Stahl.



901. Breiten der Säge.
1. Rohstück. 2. In der Mitte gebreitet. 3. Zweimal gebreitet. 4. Fertig gebreitet. 5. Geschnitten und gezahnt.

Die heutige Herstellung der Säge zerfällt in folgende Arbeiten: schneiden, zahnen, härten, richten, schleifen, pließen und event. schränken.

Das schneiden geschieht in kleinen Betrieben heute noch mit Hilfe der Handschere, in der Regel jedoch mit Hilfe mechanisch getriebener Scheren. Auch die Angelenden werden durch den „Schnitt" geformt, soweit dies nicht durch anfügen besonderer Angelstücke unnötig wird.

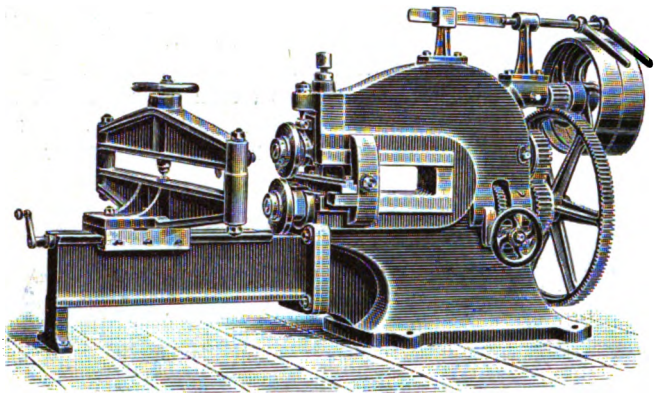
Die Kreissägen werden ebenfalls unter der geraden Säge geschnitten, nebenbei wird auf die Arbeit des zahnens gerechnet, welche den genauen Kreis an sich herausbildet. Kreisscheren für schwere Bleche (Abb. 902) sind noch wenig in Gebrauch.

Bei schweren Sägen geht das zahnen dem härten voran, weil das zahnen bereits gehärteter Sägen nur bei geringen Blechstärken möglich ist. Schwächere Sägen werden erst gehärtet und gepließt und dann gezahnt.

*) Über die verschiedenen Formen der Sägen, deren Handhabung und Behandlung gibt das hier verschiedentlich benutzte, sehr eingehende Werk von David Dominicus, Berlin, Polyt. Buchhandlung A. Seydel, vorzügliche Auskunft.

Digitized by Google

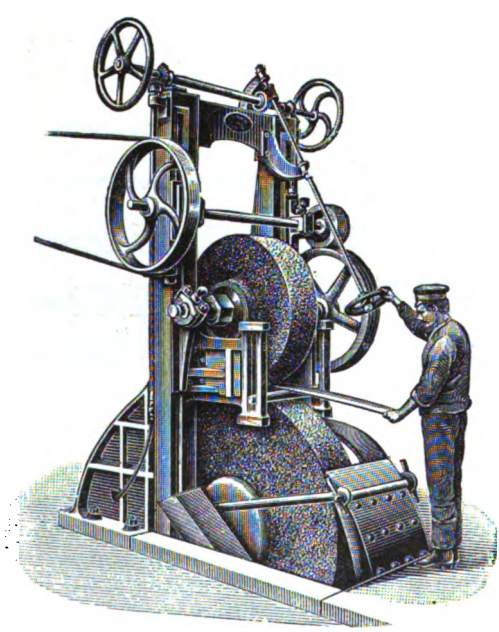
Das härten der Sägen geſchieht nach den uns bereits bekannten Grundſätzen, in der Regel durch ablöſchen in Fett. Je nach der Härteflüſſigkeit und der Art des Stahles iſt die Härtung damit beendet, oder es muß noch ein nachlaſſen erfolgen. Das letztere geſchieht häufig bei blanken Sägen, bei denen die Anlauffarbe gleichzeitig ein ſchönes Ausſehen mit ſich bringt. Man führt dies auf heißen — von unten her erwärmten — Platten durch, welche mit Sand bedeckt ſind. In dieſen Sand bettet man die Sägen ein, zieht ſie hin und her, beſtreut ſie von neuem und wartet dabei die gewünſchte Farbe, meiſt ein mehr oder weniger helles Gelb, ab. Eine gewiſſe Art von Sägen wird nur mit den Zähnen durch den heißen Sand gezogen. Dieſelben laufen dadurch blau an, welche Farbe in einen ſchmalen Streifen über Rot in Gelb ausläuft und der Säge ſo ein beſonderes Anſehen verleiht.



902. Kreisſchere. (Zu S. 325.)

Um das ziehen zu verhüten, werden die Sägen vor dem härten in einen Bogen geſpannt und in dieſem Zuſtand eingetaucht.

Dem härten folgt das richten, eine Arbeit, welche ſich bei den kleinen und dünnen Sägen recht leicht macht, aber bei großen Sägen mit großen Schwierigkeiten verbunden iſt und eine große Gewandtheit und Übung erfordert. Auf S. 329 ff. iſt das Erforderliche mitgeteilt worden.



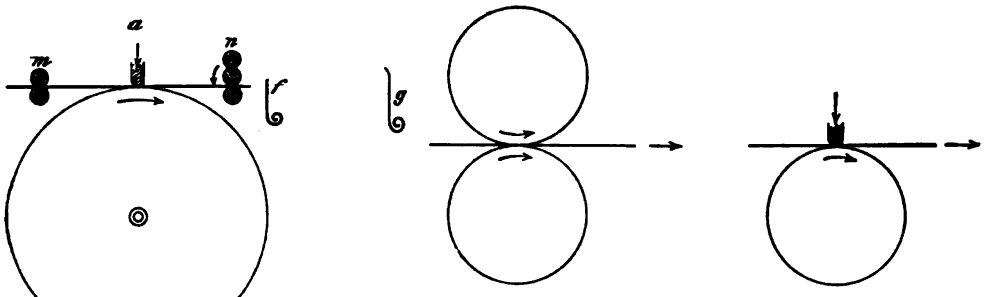
903.
Schleifmaſchine für Mühlſägen, Fritz Nürnthal, Remſcheid.

Das ſchleifen der Sägen erfordert heute beſondere Vorrichtungen, welche die unvorteilhafte alte Handſchleiferei erſetzen. Die großen Mühlenſägen, Baumſägen u. ſ. w. werden vielfach auf der ſogenannten engliſchen Schleifmaſchine (Abb. 903) bearbeitet. Dieſelbe beſteht aus zwei übereinander angeordneten Steinen, welche mit verſchiedener Geſchwindigkeit umlaufen: Der obere, kleinere dient dabei nur zum gegenhalten, während der untere, größere und ſchnelllaufende die eigentliche Schleifarbeit beſorgt. Die Säge geht alſo zweimal durch und muß zwiſchendurch gewendet werden.

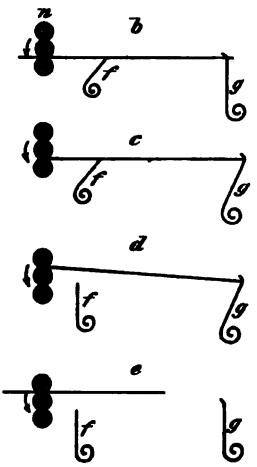
Die kleinen Sägen werden mit Hilfe von walzenähnlichen Pließſcheiben bearbeitet, zwiſchen denen ſie (Abb. 904) durchgeſchoben werden. Dabei wird die obere Walze häufig durch ein Druckſtück (Abb. 905) erſetzt. In beiden Fällen wird gewendet, da auch im Falle von 904 die obere Walze meiſt nur zum anpreſſen dient. —

Zeit iſt Geld, bei dem Amerikaner immer noch mehr, als bei uns. Ihm dauert es zu lange, wenn die durchgegangenen Sägen auf den Boden fallen und nachher wieder

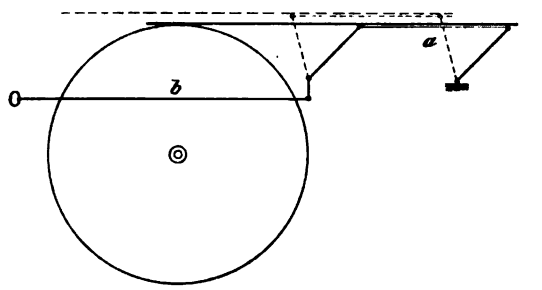
Digitized by Google



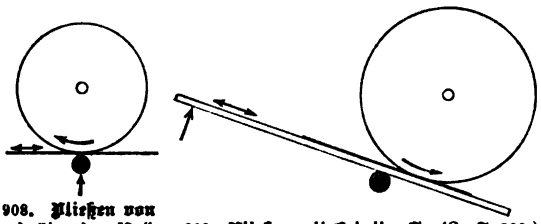
904 u. 905. Fließwalzen.



906 a—e. Amerikanische Einrichtung mit selbstthätiger Rückkehr.

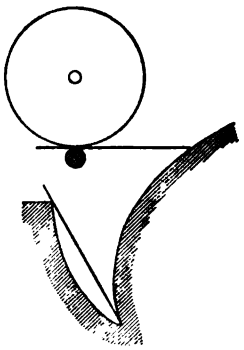


907. Zurücknehmen der Säge beim nachschleifen. (Zu S. 328.)



908. Fließen von Hand über der Rolle. 909. Fließen mit Hebelkraft. (Zu S. 328.)

aufgenommen werden müssen. Die amerikanischen Sägeschleifereien haben daher zum Teil folgende Einrichtung*): Zu beiden Seiten des Steines, der Höhe desselben entsprechend, befinden sich Walzensysteme (Abb. 906 a—e). Das linke, m, ist ein Speisewalzenpaar, welches elastisch zusammengepreßt wird und dafür zu sorgen hat, daß die zwischengesteckte Säge kräftig vorangeschoben wird, zwischen dem Stein und dem darüber befindlichen Druckstück, oder einer Druckwalze, hindurch, so daß der erstere seine Schuldigkeit zu thun imstande ist. Etwas vor der Mitte ihres Weges trifft die Säge auf ein zweites Walzenpaar, welches zunächst das erste unterstützt, wozu es, als ziehend, besonders befähigt ist. Bald dahinter aber befindet sich ein elastischer Arm f, welcher zunächst niedergebogen wird, so daß die Säge darüber hinweggeht (Abb. 906 b). Gegen das Ende ihrer Bewegung trifft die Säge auf einen zweiten federnden Arm g. Bald darauf ist sie (Abb. 906 c) an das Ende der Vorschubfähigkeit des Walzenpaares b angelangt und entschlüpft demselben (Abb. 906 d), dabei dessen Bewegungsrichtung, namentlich der Unterwalze, sowie der Wirkung des Federarmes f folgend. Hierdurch gelangt sie nach oben, zwischen Mittel- und Oberwalze, während der federnde Arm immer noch

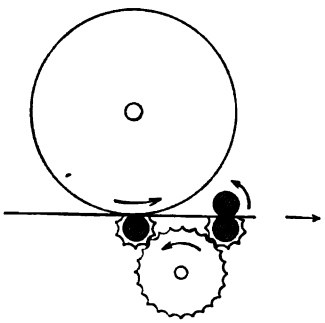


910. Auffangen der Säge. (Zu S. 328.)

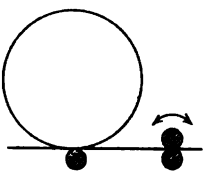
*) Skizzen des Verfassers aus der Amerikafahrt des Vereins deutscher Eisenhüttenleute, 1890. — Vergl. „Stahl und Eisen“ 1891.

Digitized by Google

nach links drückt. Nunmehr aber kann die Säge diesem Impuls nicht nur folgen, sondern wird durch die nach links hin wirkende Bewegung (Abb. 906e) der Walzen sogar gezwungen, dorthin zu wandern, wo sie der Arbeiter in Empfang nimmt und, je nach Bedarf, als fertig beiseite legt oder aber eventuell mit der anderen Seite nach oben noch einmal denselben Weg schickt. — Bei längeren Sägen, welche weniger steif sind, wird die Säge (Abb. 907) während der Schleifarbeit bzw. durch dieselbe auf einen Tisch a geschoben, mit Hilfe der gut zur Hand liegenden Stange b gehoben und gleichzeitig so weit nach vorn gebracht, daß der Arbeiter sie ergreifen und weiter behandeln kann.

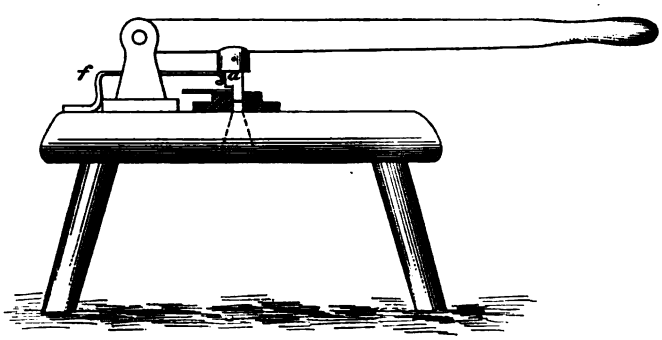


911. Fließen mit Speisewalzen.



912. Speisewalzen mit Wendelauf.

In der Pließerei, wo statt der mit Wasser laufenden Schleifsteine die lederbezogenen Scheiben mit Öl und Schmirgel arbeiten, finden wir ähnliche Vereinfachungen und Einrichtungen. Im einfachsten Fall ist unterhalb der Pließscheibe (Abb. 908) eine Rolle angebracht, welche elastisch gegen die Pließscheibe angepreßt wird. Die Säge wird zwischen beiden durchgesteckt und vom Arbeiter so lange hin- und hergezogen, bis die Oberfläche das gewünschte Aussehen hat. Dann geschieht es ebenfalls mit der anderen Seite u. s. w. — Bei schwereren Sägen, welche einen größeren Druck erfordern, wird (Abb. 909) Hebelkraft verwendet; der Vorgang ist im übrigen derselbe. — Eine recht einfache Rückgabevorrichtung für die Pließerei ist in der Abb. 910 skizziert: Die Säge fällt nach dem Durchgang in einen eigenartig geformten Trog, wo sie sich von selbst so stellt, daß der Arbeiter sie leicht ergreifen kann. Es ist klar, daß diese oder jene Art und Weise durch die Art der Sägen bedingt wird. Darf dieselbe an dem einen Ende ungescheuert bleiben, so ist vielleicht die Einrichtung der Abb. 908 am Platze, im anderen Fall die der Abb. 910. — Man hat dort ferner Einrichtungen mit Speisewalzen, wie in der Abb. 911 angegeben, deren Wirkungsweise wohl ohne weitere Erläuterung erkennbar ist. Endlich erhalten die Speisewalzen auch rückkehrende Bewegung (Abb. 912), wodurch auch die Zeit und Mühe für das wechseln und zurücknehmen gespart wird.



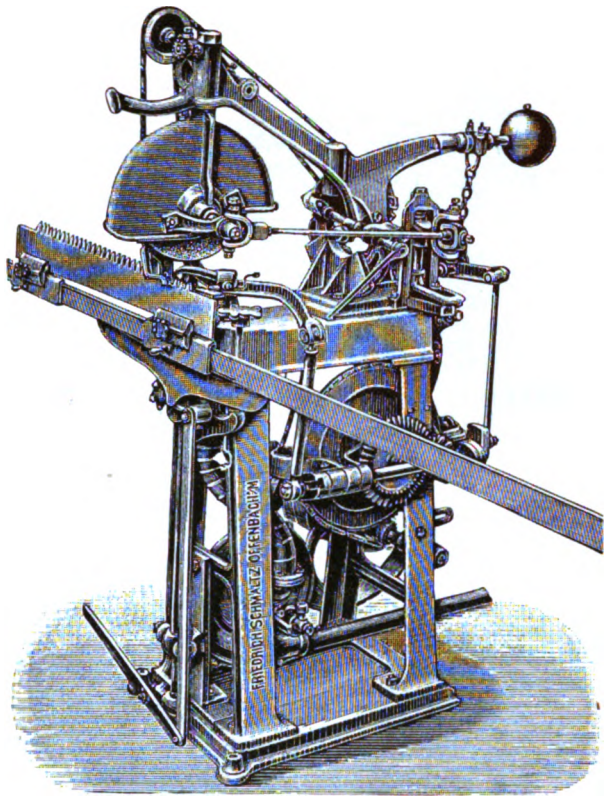
913. Fügebock.

Das zahnen der Sägen wird heute fast durchweg mechanisch durchgeführt. Nur in kleinen Betrieben ist der „Sägebock“ noch im Gebrauch. Derselbe (Abb. 913) besitzt einen durch einen Hebel von Hand zu treibenden Stempel, dessen Nase a die Zahnlücke ausstanzt. Der Stempel, welcher lose in einem Ansatz des Hebels sitzt, wird durch eine Feder f gegen seine Führung gedrückt, um genau zu arbeiten. Der Hebel wird durch eine Deckenfeder vermittelst der Schnur nach oben gezogen und von Hand nach unten gedrückt. Außerdem befindet sich dicht neben der Stempelführung ein Haken, in welchen der Zahner die Säge mit dem zuletzt gefertigten Zahn einhängt. Dadurch wird das Blatt für den nächsten Schnitt richtig gestellt. Die Arbeit geht vermöge der außerordentlichen Gewandtheit, welche sich die Leute durch langjährige Übung erworben haben, sehr schnell voran, und es hat bis in die neueste Zeit hinein gedauert, bis sich die Zahnmaschine eingebürgert hat.

Digitized by Google

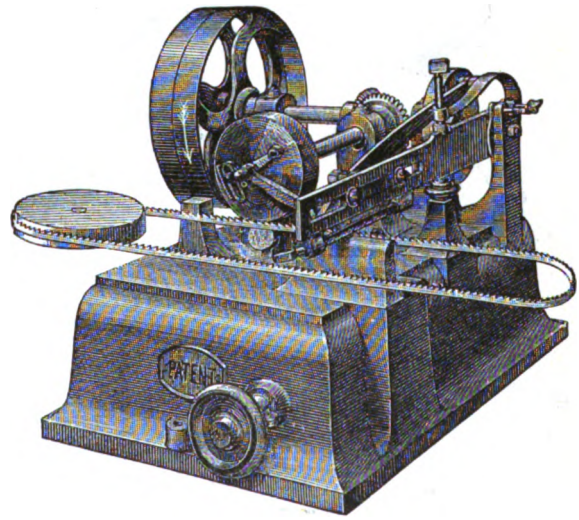
Eine solche entspricht genau der Handarbeit, die sie lediglich kopiert. Bei kleinen Sägen ist das verhaken geblieben, während der Stempel mechanisch angetrieben wird. Im übrigen werden die Maschinen mit einer Vorschubvorrichtung versehen, welche in der Regel mit Hilfe von Reibungswalzen das Blatt genau um die erforderliche Zahnbreite rechtzeitig vorschiebt. Manche Sägen, wie z. B. die Fuchsschwänze, haben nach der Spitze zu abnehmende Zahntiefe, was ebenfalls mechanisch geregelt wird.

Dem zahnen folgt das nachfeilen der Zähne. Auch dies wird vielfach der Maschine übertragen, wie aus der Abb. 914 ohne weitere Erläuterung ersehen werden kann. Auch der Schleifstein ist in den letzten Jahrzehnten mit bestem Erfolg in den Dienst hierfür gestellt worden (Abb. 922).



914. Zahnschärfmaschine.

Eine besondere Behandlung erfordern die Kreissägen. Das härten an sich bietet keinen Unterschied dar: Die Säge gelangt aus dem Ofen in einen großen mit geschmolzenem Talg oder auch wohl mit Thran gefüllten Härtebottich, den sie krumm und zu hart verläßt. Das erforderliche nachlassen und richten wird nunmehr möglichst vereinigt. Aus diesem Grunde wird das Blatt zunächst — nach dem in Deutschland üblichen Verfahren — zwischen zwei glühende Blechplatten und mit diesen in eine mächtige Presse gebracht, so daß es unter Druck erwärmt wird und ebenso bis auf einen bestimmten Grad erkaltet.

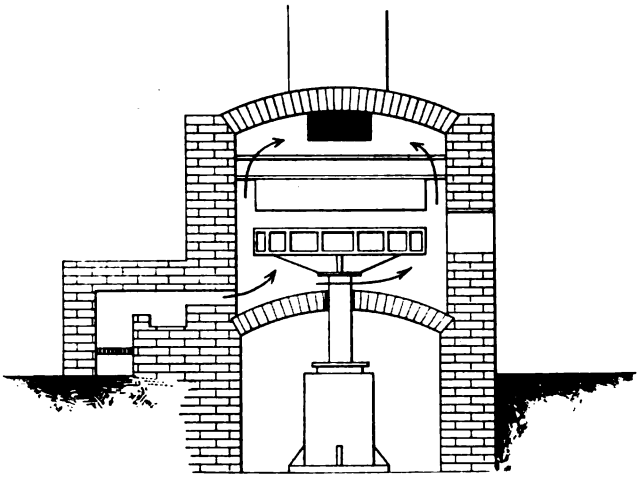


915. Bandsägefeilmaschine „Flagelle".

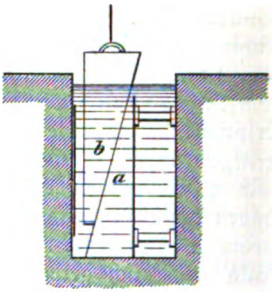
In Amerika*) werden die genannten glühenden Bleche dadurch ersetzt, daß die Preßplatten selbst erwärmt werden. Es gibt zwei verschiedene Wege:

*) Die größte Sägefabrik ist die von Henry Disston in Tacony bei Philadelphia, welche als Muster für Sägen- und Feilenfabrikation bekannt ist.

Digitized by Google



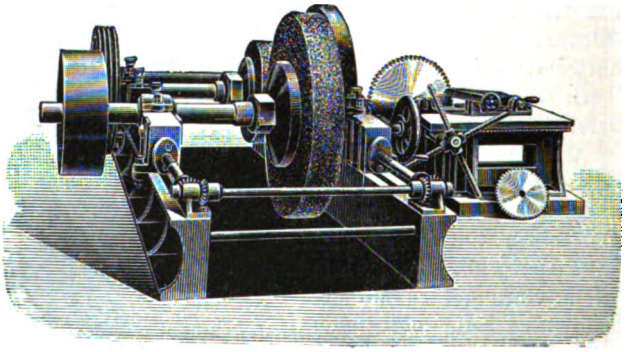
916. Amerikanischer Härteofen mit hydraulischer Pressung.



917. Preßhärtung.

918. Amboß. (Zu S. 332.)

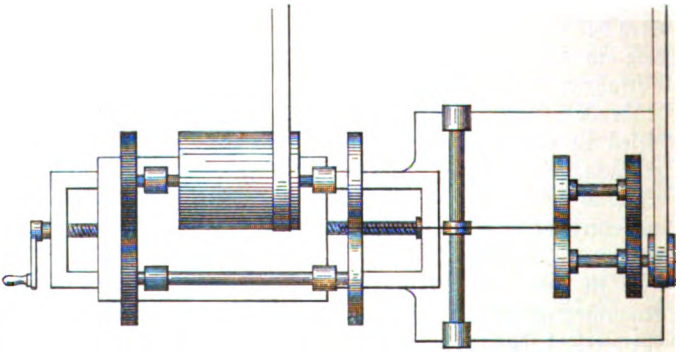
919. Spannhammer. (Zu S. 332.)



922. Schleifmaschine für Kreissägen, Hürzthal & Brune, Remscheid. (Zu S. 332.)

920. Querhammer. (Zu S. 332.)

921. Kopfhammer. (Zu S. 332.)



923. Fliesen der Kreissäge. (Zu S. 332.)

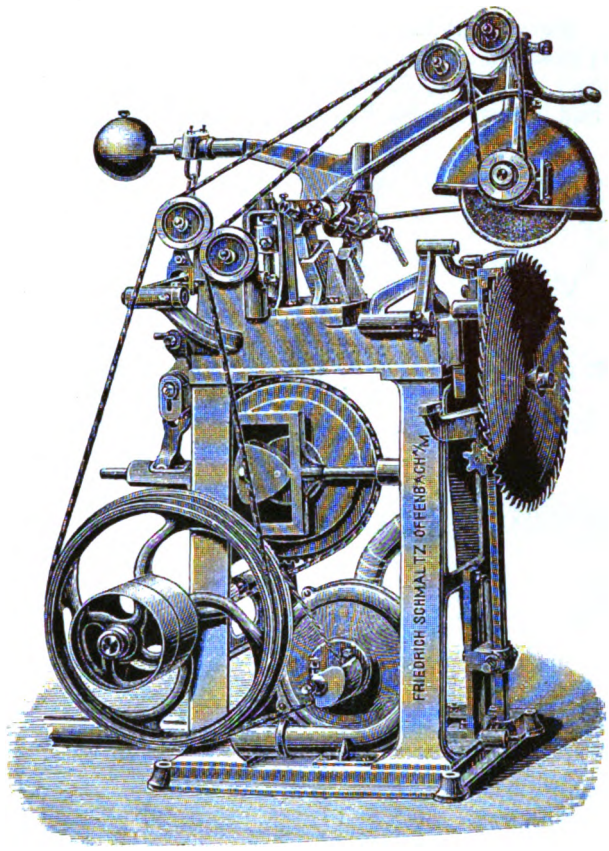
Digitized by Google

Gewöhnlich liegen die Platten, mühlsteinartige gußeiserne Gebilde, unmittelbar im Feuer, also (Abb. 916) in einem von einer Flamme durchschlagenen Ofen. Sie sind am Umfang mit Höhlungen versehen, welche nach Bedarf zugesetzt werden können. Dadurch wird die Oberfläche verringert und damit auch die Einwirkung der Flamme auf den Preßkörper oder dessen Temperatur. In den Gebieten des Naturgases (Pittsburg) wird die Flamme durch den alsdann entsprechend hohl angelegten Stein geführt.

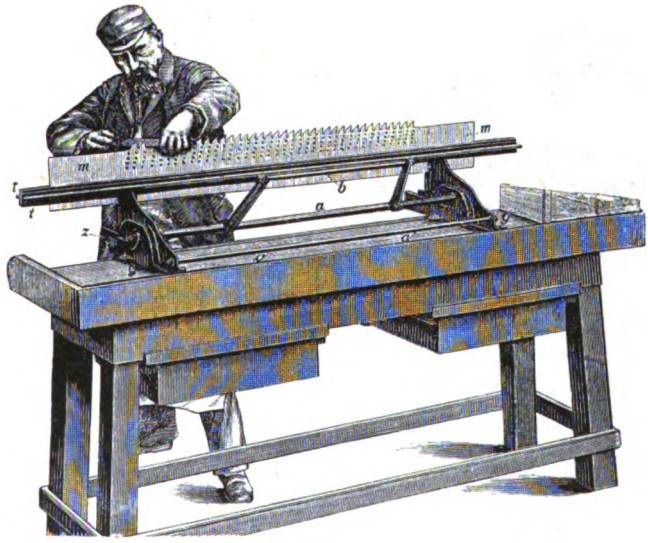
Die Preßkörper werden meist, wie in der Abb. 916 angegeben, hydraulisch bethätigt, zuweilen indessen auch durch Preßschrauben, welche von der Transmission aus mit Riemen und Wendegetriebe bewegt werden.

Diese Pressung wird in Amerika auch direkt beim härten großer Sägen ausgeführt. Abb. 917 zeigt eine mit Fett gefüllte Grube, in welchem ein aufrecht stehender Keil a gelagert ist, fest gegen die Wand abgestrebt. Die glühende Säge wird hineingesenkt und unmittelbar darauf durch senken des Gegenkeiles b gepreßt, so daß sie unter Pressung erkaltet.

Trotz dieser Preßeinrichtungen, welche übrigens auch für andere Sägen verwendet werden, ist, namentlich bei den größeren Sägen, noch ein richten („spannen") erforderlich. Hier hat selbst in Amerika die Handarbeit ihr Recht behalten, dank der hierzu erforderlichen, bereits oben erwähnten außerordentlichen Sachkenntnis.



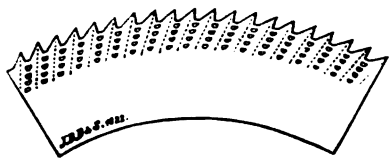
924. Schärfen der Kreissäge.



925. Schärfen einer hinterlochten Säge.

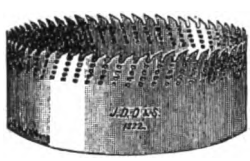
Digitized by Google

Das spannen beruht auf der Streckung derjenigen Stellen, welche anderen gegenüber zu kurz geworden oder geblieben sind. Es wird dies bei schwächeren Platten an den Bewegungen erkannt, welche das Sägeblatt macht, wenn es auf verbiegen beansprucht wird. In den meisten Fällen sind die Kreissägen durch die wiederholte Erwärmung und beim arbeiten des Randes an diesem zu lang geworden, bedürfen also der Streckung der inneren Flächenteile. Die Werkzeuge dazu sind sehr einfach, ein derber Amboß und ein etwas ballig geformter Hammer, vielleicht auch, für kräftigere Streckungen, Pinnhämmer, Kopf- und Querhammer, wie in den Abb. 918—921 dargestellt ist, zuweilen mit schärferen Kanten. Die Hauptsache bleibt die gründliche Sachkenntnis, wenn nicht genau die entgegengesetzten Erfolge sich einstellen sollen, wie sie beabsichtigt sind.

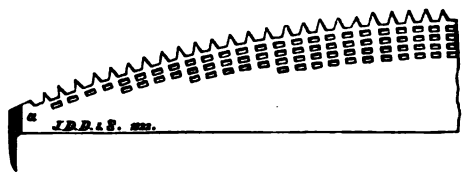


926. Hinterlochtes Fournierſegment.

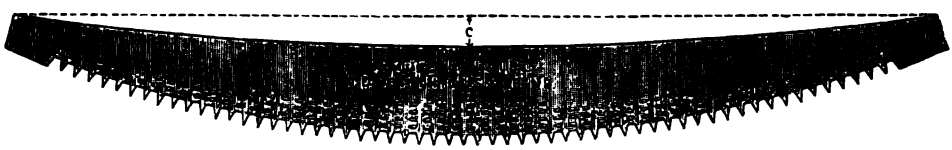
Das schleifen der Kreissägen wird in verschiedener Weise durchgeführt. Im einfachsten Fall wird das Blatt an eine Planscheibe gespannt, wie sie die sogenannten



927. Hinterlochte Trommelſäge.



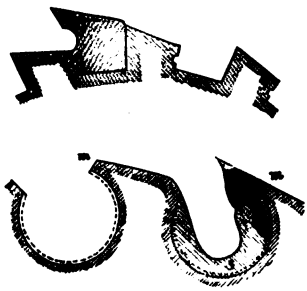
928. Hinterlochte Bandſäge.



929. Normalſäge.

Plandrehbänke besitzen, und durch ein mit Hebelkraft von der Hand gegengehaltenes Schleifsteinstück gescheuert. Anstatt des letzteren wird bei besseren Anlagen ein vollständiger Schleifstein gesetzt, der sich selbstthätig in radialer Richtung vorschiebt.

Die diesbezüglichen amerikanischen Schleifmaschinen sind wesentlich vollkommener. Die auf eine Achse gesetzte Säge (Abb. 922) läuft, ganz ähnlich, wie es bei dem schleifen der Mühlensägen geschildert ist, nur natürlich mit winkelrecht dazu verstellter Achse zwischen zwei Schleifsteinen, von denen wieder der eine klein ist, langsam läuft und zum Gegenhalt dient, während der andere, größere und schnelllaufende die eigentliche Schleifarbeit besorgt. Dabei wird die Achse des Sägeblattes langsam verschoben. Der kleine Gegenstein wird auch zuweilen durch einen festen Gegenhalt ersetzt.



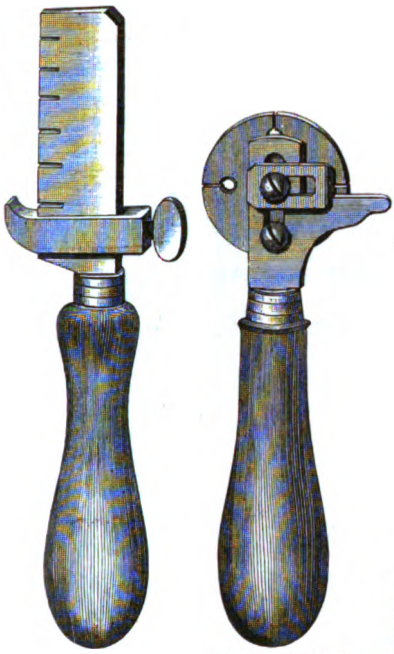
930 u. 931.
Kreisſägen mit eingeſetzten Zähnen.
(Zu S. 334.)

Kleine Kreissägen werden gepließt. Auch sie befinden sich (Abb. 923) auf einer Achse a, werden aber von zwei Reibungswalzen b und c in Umdrehung versetzt, während das Blatt von zwei auf beiden Seiten arbeitenden Pließscheiben d und e geschmirgelt wird.

Das nachschärfen der Kreissäge wird, wie bei den Blattsägen, sowohl von Hand mit der Feile als auch von der Maschine mit der Schleifscheibe oder der Feile besorgt. Abb. 924 stellt eine solche dar.

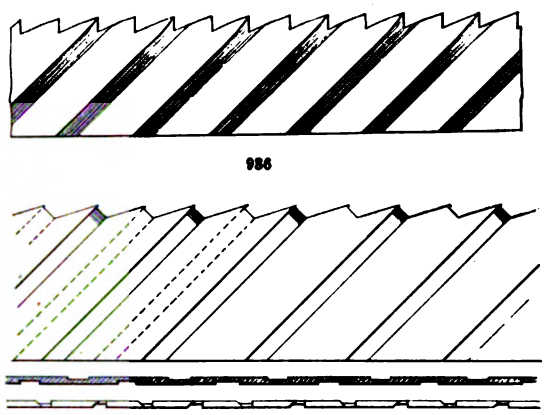
Um die Handarbeit zu regeln, d. h. den Schärfer anzuleiten, recht gleichmäßig zu arbeiten, werden die Sägen vielfach mit Schleif- oder Schärflinien versehen, wonach sich

Digitized by Google

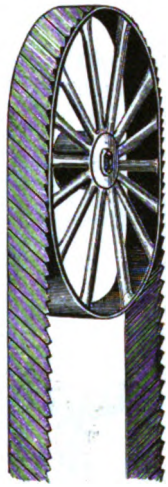


932. Sägensetzer mit Anschlag. (Zu S. 334.)

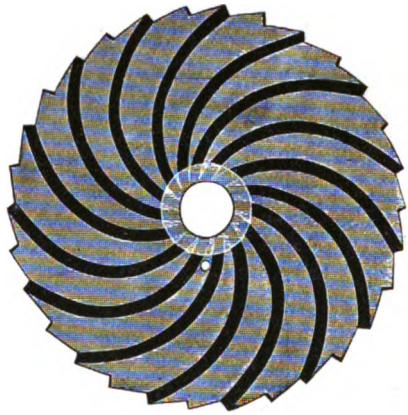
933. Kreisförmiger Sägensetzer. (Zu S. 334.)



936 u. 937. Meißelsäge. (Zu S. 334.)

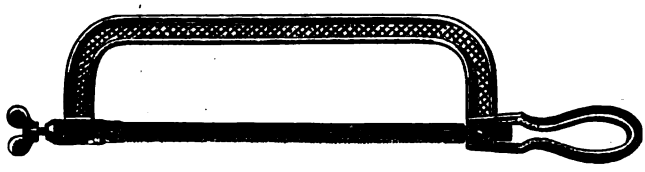


938. Handmeißelsäge. (Zu S. 334.)



939. Kreismeißelsäge. (Zu S. 334.)

934 u. 935. Schränkzangen. (Zu S. 334.)



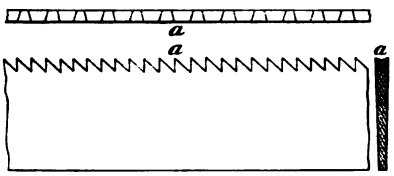
940. Bogensäge. (Zu S. 335.)

der Arbeiter richten kann. Eine andere, schon länger bekannte Methode, von Emmerson-Beaverfalls, Am., ist im letzten Jahrzehnt namentlich durch David Dominicus, Remscheid, zur Einführung gelangt. Die Sägen werden (Abb. 926—929) vorgestanzt, so daß die neuen Zähne bereits vorgearbeitet sind, also genaue Richtung behalten. Dieser Anordnung wird auch der Vorteil besserer Kühlung des Sägeblattes nachgerühmt, welches sich, wie oben angedeutet, bei der Arbeit leicht erhitzt.

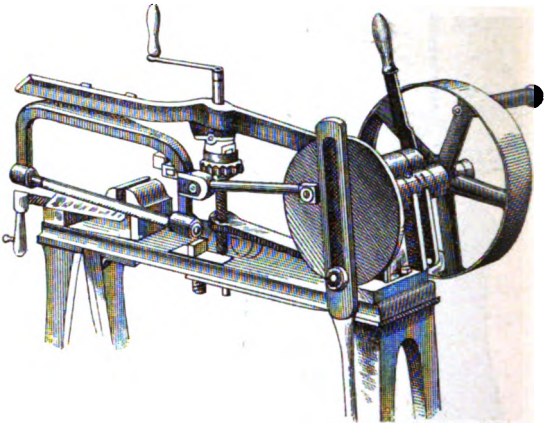
Digitized by Google

Die großen Kreissägen werden häufig mit auswechselbaren Zähnen (Abb. 930 u. 931) versehen. Es bietet dies den Vorteil, daß sich die oft in abgelegenen Gegenden befindlichen Anlagen leichter selbst helfen können, sowie den ferneren sehr wesentlichen, daß man für diese Zähne besonders guten Stahl nehmen kann, während das Sägeblatt aus weicherem Material gefertigt wird.

Zum schränken der Sägen, wodurch bekanntlich der freie Schnitt bewirkt wird, bedient man sich häufig eines gewöhnlichen Schraubenziehers,



941. Hartmanns Zahnform.



942. Selbstthätige Kaltsäge.

den man zwischen die Zähne unter Anwendung einer geringen, aber entsprechend kräftigen Drehbewegung klemmt. Besser sind die sogenannten Sägensetzer, von denen die Abb. 932 u. 933 bekannte Formen zeigen. Neuerdings hat man Zangen dafür konstruiert, mit denen eine recht gute Arbeit geliefert werden kann. Die Abb. 934 u. 935 stellen solche dar, deren Handhabung ohne weiteres ersichtlich ist.

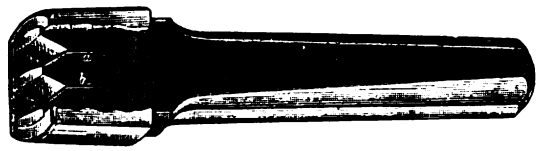
943. Kaltsägemaschine von Jos. Hanft in Dresden.

Um den Spänen besser Raum zu geben und damit einen leichteren Gang zu schaffen, auch wohl, um die Schneidenform an sich richtiger zu gestalten, hat man neuerdings eine Säge mit seitlich wechselnd eingelegten Kanälen (Abb. 936—939) gefertigt. Es ist dies die Meißelsäge der Chisel Saw Co. in London. Die Zähne derselben werden, stets von der Kanalseite aus, seitlich angeschärft, so daß die Späne nicht vom Grunde des Schnittes her, sondern auch seitlich abgenommen werden, die Schneidekraft also weniger abhängig ist von der Breite des Schnittes; derselbe kann auch leichter dünn gehalten werden. Man rühmt der Säge einen leichten Gang und Materialersparnis nach. Abb. 936 u. 937 zeigen das Blatt in zwei verschiedenen Zahnbildungen, von welchen die unter 937 angegebene besonders schneidfähig erscheint. Abb. 938 stellt eine Bandsäge dieses Systems und Abb. 939 eine Kreissäge dar.

Digitized by Google

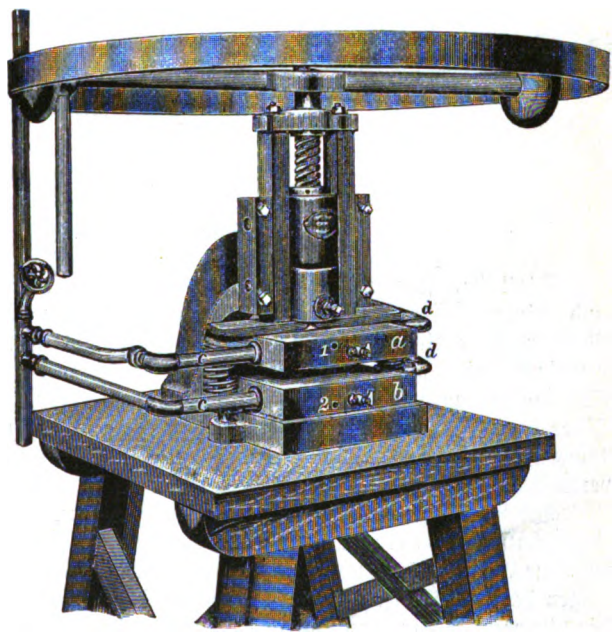
Eine besondere Beachtung verdient die Kaltsäge. Die Grundlage zu derselben ist die Bogensäge des Schlossers und Mechanikers (Abb. 940), deren Blatt aus bestem Stahl hergestellt wird und infolgedessen leicht und bequem Eisen schneidet. Wilh. Hartmann in Fulda hat den Zähnen dieses vielgebrauchten Instrumentes eine besondere Form (Abb. 941) gegeben, durch welche ein besonders guter, d. i. leichter und freier Schnitt erlangt wird. Früher wurden diese Sägen sämtlich nach Feilenart gehauen. Die Methode

944. Gestauchter Zahn einer Kaltsäge. (Zu S. 336.)



945. Werkzeug zum Stauchen. (Zu S. 336.)

hat sich erhalten, wird jedoch vielfach durch feilen oder stanzen ersetzt, in welchem Falle die Sägen zweckmäßig im Rücken dünner gehalten werden. Diese Sägen werden aber auch häufig auf beiden Seiten verzahnt, in welchem Falle natürlich der Begriff „Rücken" entfällt. Die Härtung erfolgt bei der gewöhnlichen Ware im ganzen, in letzterer Zeit, namentlich von dem soeben genannten Hartmann eingeführt, nur an der Zahnseite, wodurch dem Blatt eine größere Zähigkeit belassen wird. Es kann dies bewirkt werden durch Schutz des Rückenteils des Blattes gegen das glühen, oder durch einseitige Ablöschung.*) Aus dieser alten Bogensäge hat sich in den letzten Jahren die Kaltsäge herausgebildet, welche in den Abb. 942 u. 943 in zwei verschiedenen Anordnungen dargestellt ist. Dieselbe hat den Vorzug, daß sie dicke Stücke selbstthätig durchschneidet und sich auch nach Beendigung der Arbeit selbstthätig aussetzt. Der Vorläufer zu dieser Säge, von einer anderen Richtung her, ist die Band-Kaltsäge, welche namentlich vom Grusonwerk eingeführt worden ist und zum ausschneiden schwerer Stücke dient.



946. Härtepresse von Hardicke. (Zu S. 336.)

Die üblichste Form der Kaltsäge ist heute noch die Kreissäge, um deren Einführung sich namentlich Ehrhardt verdient gemacht hat. Die Herstellung derselben unterscheidet sich in mancher Hinsicht von der für die Bearbeitung des Holzes bestimmten Schwester. Zunächst werden die Zähne eingefräst, und zwar werden, wo es angeht, gleichzeitig mehrere Blätter zusammengespannt, so daß die Arbeit wesentlich schneller vor

*) Siehe die Teilhärtung, „Stahl und Eisen", 1898, Nr. 8.

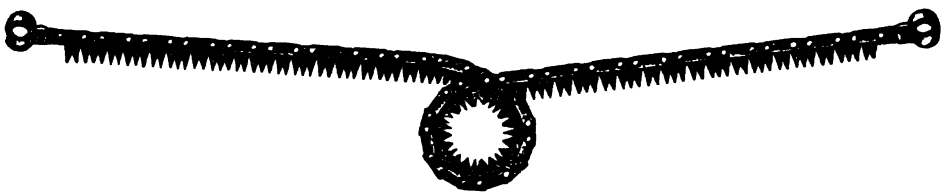
Digitized by Google

sich geht und dadurch billiger wird. Dem fräsen — zahnen — folgt das stauchen der Zähne. Diese werden dadurch (Abb. 944) breiter als die Blattstärke und schneiden sich frei; es wird dadurch das sonst übliche schränken ersetzt, welches bei so starken Blättern und so kurzen Zähnen, wie sie die Kreissägen erfordern, nicht angängig ist. Das stauchen geschieht mit Hilfe des in der Abb. 945 abgebildeten Werkzeuges. Dasselbe wird einfach auf den zu stauchenden Zahn gesetzt und durch einen kräftigen Hammerschlag aufgetrieben. Nun folgt das härten in der üblichen Weise und dann das wieder recht schwierige richten.

Abb. 946 stellt einen Apparat dar, welcher diese Vorgänge vereinfacht. Die Säge gelangt aus dem Ofen unmittelbar zwischen die Preßplatten a und b, welche schleunigst zusammengeschraubt werden und zweierlei bewirken. Erstens wird, ähnlich wie es beim nachlassen der gewöhnlichen Kreissägen geschieht, das ziehen des Blattes vermieden, welches die Presse gut gerichtet verläßt. Außerdem werden die Zähne gehärtet, während das Blatt einigermaßen weich bleibt. Um die Härte zu regeln, wird je nach Bedarf mehr oder weniger kaltes Wasser durch die zu diesem Behufe hohl ausgeführten Preßplatten geleitet. Für Kaltsägen ist in der Regel kaltes Wasser erforderlich, während für andere Zwecke je nach Bedarf Dampf oder heißes Öl durchgeleitet werden kann.

947. Kugelschalsäge

948. Gliedersäge.



949. Kettensäge.

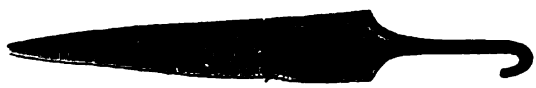
Statt des stauchens werden die Sägen behufs Erzielung eines freien Schnittes auch hinterschliffen. Es geschieht dies auf einer Maschine, bei welcher die das Blatt tragende Achse ein wenig gegen die Vertikale geneigt ist, während die Achse der Schmirgelscheibe genau horizontal liegt. Dadurch wird bewirkt, daß die Mitte des Sägenblattes mehr angegriffen wird, als der äußere Teil desselben. Die wirksame Differenz ist bei diesem Verfahren bei weitem nicht so bedeutend, als bei dem anstauchen der Zähne, genügt aber doch in vielen Fällen, um das klemmen der Säge zu vermeiden.

Die Abb. 947, 926 u. 927 zeigen noch andere, seltenere Formen der Sägen: Eine Kugelschalsäge zum einschneiden der Bodennut der Fässer, ein Segment einer Fourniersäge und eine Cylindersäge zum ausschneiden der Faßdauben. Abb. 948 u. 949 endlich stellen Sägen dar, welche erst seit etwa 25 Jahren im Elsaß und in Frankreich gefertigt und auch seit längerer Zeit in Deutschland geliefert werden. Sie dienen zum einsägen oder fällen von Bäumen, die zu entlegen stehen, um in gewöhnlicher Weise gefällt werden zu können. Abb. 948 ist eine Gliedersäge, bei der die Glieder selbst als Stücken von Sägen ausgebildet sind, während die Kettensäge (Abb. 949) als eine Gelenkkette anzusehen ist, an deren Glieder gezahnte Blätter angesetzt sind.

Digitized by Google

Feilen.

Dient die Säge der Abtrennung, so besorgt die Feile das glätten der Oberfläche. Und wie die Natur in den scharfen Kanten der Blätter und Muscheln bereits die Säge vorgebildet, sogar dieselbe — beim Sägefisch — zur Waffe gestaltet hat, so ist der Mensch auch auf die Feile von der Natur hingewiesen worden; Schachtelhalm und Fischhaut haben ihm längst zum glätten rauher Flächen gedient. Doch hat es recht lange gedauert, bis es ihm gelang, größere Formveränderungen auf diesem Wege hervorzubringen. Abspalten durch Schlag oder Hieb, schnitzeln mit dem Messer und mühsames schleifen mußten ihm zu derartigen Zielen verhelfen, denn es fehlte ihm ein Material, welches er in weichem Zustande zu einem rauhen Werkzeug gestalten und in hartem Zustande verwenden konnte; es fehlte ihm der Stahl und das Werkzeug zum bearbeiten desselben. Erst als er den Stahl herstellen und behandeln lernte, konnte er sich die Feile schaffen; und erst mit der Feile gewann er die Möglichkeit, vollendetere Arbeiten zu liefern, als es ihm der Hammer gestattete. So ist die Feile nicht viel später als das gute Schwert entstanden, zu welchem sie Wieland der Schmied bereits energisch verwendete. Als ihm das Schwert nicht gut genug erschien, den schwimmenden Wollenballen nicht glatt genug zerschnitt, zerfeilte er dasselbe, gab die Späne den Vögeln unter das Futter und schuf sich aus dem Kot derselben ein neues, feineres Material. Hierfür haben wir freilich keine weiteren Belege als die Sage. Aber daß man zu jener Zeit Feilen kannte, beweisen die Funde. Abb. 950 zeigt uns eine römische Feile bereits sehr vorgeschrittener Form, eine Art Messerfeile, vielleicht schon zur Herstellung von Feilen dienend. Denn die Hallstatter Feile (Abb. 951) ist schwerlich anders als durch ausfeilen hergestellt. Die Zähne sind zu grob, um gehauen zu sein. Auch läßt sich das zu einer Rundfeile gestaltete Ende kaum anders als durch feilen bilden, da an drehen wohl nicht zu denken ist.



950. Römische Feile, gefunden zu Kilis.

Es mag wunderbar erscheinen, daß die Feilenfunde bereits mit so vorgeschrittenen Formen beginnen. Doch ist die Erklärung leicht zu finden. Wenn schon Stahl widerstandsfähiger ist als Eisen und sich unter sonst gleichen Umständen länger hält, als dieses, so ist es doch von jeher so außerordentlich wertvoller gewesen, daß nur zufällige Verluste zur Erhaltung von Stahlstücken führen konnten. War die Feile so weit abgenutzt, daß

951. Alte Feile aus dem Grabfeld von Hallstatt.

sich das aufarbeiten derselben nicht lohnte, so wurde sie als willkommenes Material verarbeitet. Noch heute gelten alte Feilen, soweit sie aus Schweißstahl gefertigt sind, in den kleinen Schlosserwerkstätten als wertvolles Material zur Herstellung von Schmiedewerkzeugen oder zum verstählen.

Der augenscheinlich sehr frühen, vielleicht ursprünglichen Art des ausfeilens der Zähne folgte bald das hauen, d. h. die Zahnbildung durch auftreiben eines Grates mit Hilfe des Meißels, was wesentlich müheloser, wenn auch weit künstlicher ist und einen besonders guten Stahl — für den Meißel — erfordert.

Die Kunst, Feilen zu hauen, wurde*) bereits im 15. Jahrhundert in Nürnberg geübt, während Sheffield, das Zentrum der englischen Feilenfabrikation, erst 1618 damit begann.

Der Hauptsitz der deutschen Feilenindustrie ist Remscheid, welches den Ausgangspunkt, Nürnberg, längst überholt hat. Freilich hat sich das feilenhauen überall dahin verteilt, wo der Maschinenbau seine Stätte aufgeschlagen hat; aber dort handelt es sich

*) Dr. Ludwig Beck, „Die Geschichte des Eisens".

Digitized by Google

meistens nur um das aufhauen der alten Feilen, weniger um Fabrikation. Neben Remscheid sind noch der kleine Ort Lindlar (Rheinprovinz) und Eßlingen in Württemberg zu nennen, in denen alle Gattungen Feilen gefertigt werden, während sich in Nürnberg die Fabrikation nur kleiner Feilen entwickelt hat.

Die gewaltigste Fabrikation haben England und Amerika, während Frankreich wesentlich hinter Deutschland zurücksteht. Für die anderen Länder, selbst Rußland, sind keine nennenswerten Leistungen zu verzeichnen.

Der Wert der zur Zeit von Remscheid jährlich gelieferten Feilen beträgt rund 3 Millionen Mark.

Die Remscheider Feilenanfertigung war ursprünglich nur Hausindustrie und ist erst Ende der 40er Jahre durch Reinhard Mannesmann zu einer einheitlichen Fabrikation umgestaltet worden.

952. Reinhard Mannesmann.

Reinhard Mannesmann, geboren am 15. November 1814, der zweite von vier Brüdern (Arnold, Richard und Robert), war, wie diese, Kaufmann in Remscheider Waren und traf als solcher mit Klett in Nürnberg zusammen, von dem er regelmäßig Aufträge erhielt. Derselbe machte ihn auf die englischen Feilen aufmerksam und auf den Umstand, daß dort die Feilen ganz wesentlich besser hergestellt würden als in Deutschland, das doch früher den Vorrang gehabt habe.

Mannesmann ging nun nach England und lernte dort die Fabrikation der Feilen gründlich kennen. Dann richtete er zunächst nur mit seinem Bruder Arnold in seiner Heimat unter der Firma A. Mannesmann die erste deutsche Feilenfabrik ein, in der die verschiedenen Fachhandwerker: Schmiede, Ausglüher, Hauer, Richter, Härter u. s. w., welche bis dahin — wie zum Teil noch heute — jeder für sich gearbeitet hatten, unter einheitlicher Leitung beschäftigt wurden. Hierdurch wurde es erst möglich, eine gute, gleichmäßige Arbeit zu liefern. Im Jahre 1853 wurden in der neuen Fabrik die ersten Versuche gemacht, Gußstahl in Tiegeln herzustellen, was bereits 1856 für eigenen Bedarf in die Fabrikation mit aufgenommen werden konnte.

Seit jener Zeit erblühte die Remscheider Feilenindustrie und schwang sich, wenn auch zuerst immer noch abhängig von dem englischen Stahl, zur jetzigen vollständigen Konkurrenzfähigkeit mit dem Auslande empor.

Reinhard Mannesmann*) starb am 27. April 1894, nachdem längst auch die anderen beiden Brüder in das Geschäft eingetreten waren.

Die Einteilung — Bezeichnung — der Feilen ist eine vielgliederige und bezieht sich auf die Größe, die Art der Verpackung und des Verkaufes, die Form, den Hieb und auf die Verwendung. Man unterscheidet daher zunächst grobe Feilen und feine Feilen, bei welchen die ersteren nicht nur die schwereren, sondern auch die gröber gehauenen sind. Zu ihnen gehören die Armfeile (Abb. 953), die Packfeile (Abb. 954) und die Handfeile (Abb. 955). Diese drei Feilengattungen führen auch den Namen Strohfeilen, weil sie behufs des verpackens mit Strohseilen umwunden werden, um die groben Zähne

*) Die Erfinder des Röhrenwalzwerkverfahrens, Max und Reinhard Mannesmann, sind die Söhne des genannten.

Digitized by Google

möglichst zu schützen. Sie dienen zur Vorarbeit und gestatten unter Anwendung großer Kraft eine recht beträchtliche Spanentnahme. Man nennt das grobe, gewaltige vorarbeiten „schruppen" und diese Feilen daher auch „Schruppfeilen". Dann folgt die Maschinenfeile (Abb. 956) mit ihrem feineren Hieb und ihrer flacheren Gestaltung gegenüber der bauchigen Form der gröberen Feilen. Die feineren Feilen werden, weil sie meist zu Dutzenden verpackt werden, Dutzendfeilen genannt und erhalten für sich, je nach dem Querschnitt, noch besondere Bezeichnungen, wie unter der Abb. 957 angegeben.

Der Hieb der Feile ist, wie bereits bemerkt, im allgemeinen gröber bei den großen und feiner bei den kleineren Feilen. Jedoch hat man auch recht schwere Feilen mit feinstem Hieb. So hat man Schlicht- und Doppelschlichtfeilen von der Größe kräftiger Maschinenfeilen, und wieder einen verhältnismäßig groben Hieb bei gewissen kleinen Feilen. Abb. 958 zeigt uns neun verschiedene Hiebarten, welche indessen nur die allgemeine Grundlage angeben sollen. So haben die kleineren Maschinenfeilen (Hiebgattung e) einen feineren Hieb (Vorfeile) als die größeren. Die Schlichtfeilen (Hiebgattung f) zerfallen in Halbschlicht-, Schlicht- und Doppelschlichtfeilen und haben auch hier noch Abstufungen. Ferner ist der Hieb für weiche Metalle, Blei, Zinn nur einreihig (a, b, c der Abb. 958), während man zur Bearbeitung von Holz (auch Leder) den Spitzhieb nimmt. Es sind dies die Raspen oder Raspeln, von denen in g, h und i drei verschiedene Stufen dargestellt sind. Auch hier hat man wieder verschiedene Formen. Abb. 959—961 zeigen uns zwei feilenähnliche Formen, die Kabinettraspe und die Stuhlmacherraspe und eine ziemlich viel verwendete rohe Form, die Hufraspe mit verschiedenen Graden und event. Feilenhieb.

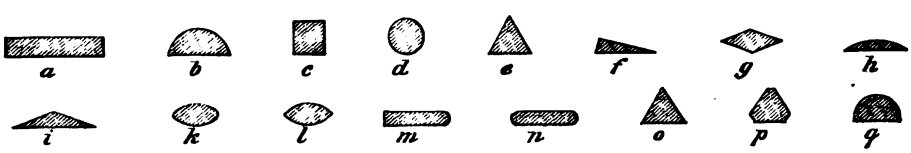
953. Krmfeile.

954. Flachfeile.

955. Handfeile.

956. Maschinenfeile.

Das Material*) der Feile ist Stahl mit 0,7—1,5 % Kohlenstoff und nicht über 0,03 % Phosphor. Bei den überaus hohen Ansprüchen, welche hier in Bezug auf Schneidhaltigkeit und Zähigkeit gestellt werden, erscheinen die meisten der sonstigen Bestandteile bedenklich. Die auf vorzügliches Erzeugnis bedachten Feilenfabrikanten sind daher



957. Dutzendfeilen.

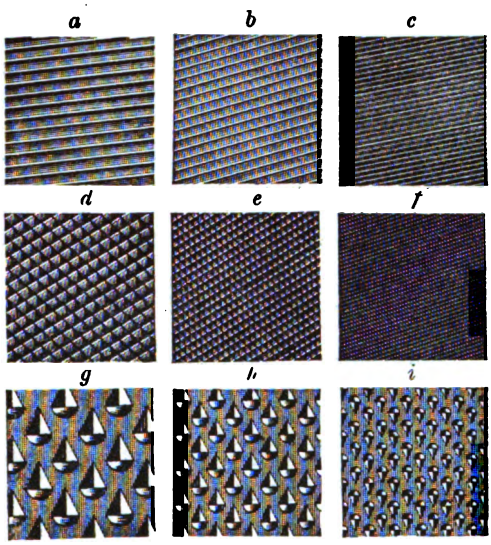
a flache, b halbrunde, c Vierkant-, d Rund-, e Dreikant-, f Messer-, g Schwert-, h Kabinett-, i Flachdreikant-, k, l Vogelzunge, m, n, o Sägen-, p Bandsägen-, q Kranzsägenfeilen.

gewohnt, hohe Preise für den Stahl anzulegen, der bereits seit längeren Jahren auch im Inlande gefertigt wird.

*) Vergl. die Abhandlungen des Referenten, „Stahl und Eisen", 1892 und 1898.

Digitized by Google

Die Formgebung der Feile geschieht bei rechteckigem Querschnitt häufig durch schmieden allein, bei den anders geformten Feilen neuerdings auch durch walzen. Selbstverständlich wird ein möglichst weitgehendes vorwalzen angewendet, so daß der Schmied thunlichst nur die Angel und Spitze zu formen hat, verhältnismäßig einfache Arbeiten, welche aber mit erstaunlicher Schnelligkeit und Genauigkeit ausgeführt werden.



958. Hiebarten für Feile und Raspe. (Zu S. 339.)
a, b, c: Einzelhieb. a, d, g: Grob.
d, e, f: Doppelhieb. b, e, h: Bastard.
g, h, i: Raspenhieb. c, f, i: Schlicht.

Die groben Feilen werden (Abb. 962) stets zu zweien im Hammerwerk unter dem alten Wasserhammer oder auch wohl dem Dampfhammer vor- und in der eigentlichen Feilenschmiede (Abb. 963) fertiggeschmiedet, während die kleineren Feilen hier unmittelbar aus der Stange hergestellt werden. In den kleineren Werkstätten geschieht dies unter dem Zuschlaghammer, während die größeren jetzt durchweg den Dampf- oder den Lufthammer (vergl. S. 152 Abb. 316) verwenden. Der letztere ist jetzt vielfach umgestaltet worden und hat sich nunmehr in der dargestellten Form im Bergischen eingebürgert, wo er seines schnellen und leicht regulierbaren Schlages wegen den verschiedensten ähnlichen Zwecken dient.

Nach dem schmieden müssen die Feilen geglüht werden, um die durch das schmieden etwa entstandene Härte oder Spannungen zu beseitigen.

Früher wurden die Feilen zu diesem Behufe abwechselnd mit lufttrockenem Holze in mächtigen Öfen — zu 1000 bis 1500 kg — übereinander verpackt und dann ohne weitere Nachfeuerung diesem Holzfeuer ausgesetzt. Die Operation nahm selbst bei kleinen Öfen, die weniger als die Hälfte faßten, einschließlich der Erkaltung mindestens 48 Stunden in Anspruch. Zur Zeit baut man Öfen mit getrennter Holzfeuerung und setzt die Feilen nur der Flammwirkung aus, wobei die Luftzuführung sehr sorgfältig beachtet werden muß, wenn nicht eine unnötige Verzunderung stattfinden soll.

959. Kabinettraspe. (Zu S. 339.)

960. Stahlmacherraspe. (Zu S. 339.)

961. Hufraspe. (Zu S. 339.)

Durch das glühen werden die Feilen vielfach krumm, weshalb demselben regelmäßig das richten folgen muß, wodurch die Feilen gleichzeitig von dem gebildeten Zunder befreit werden.

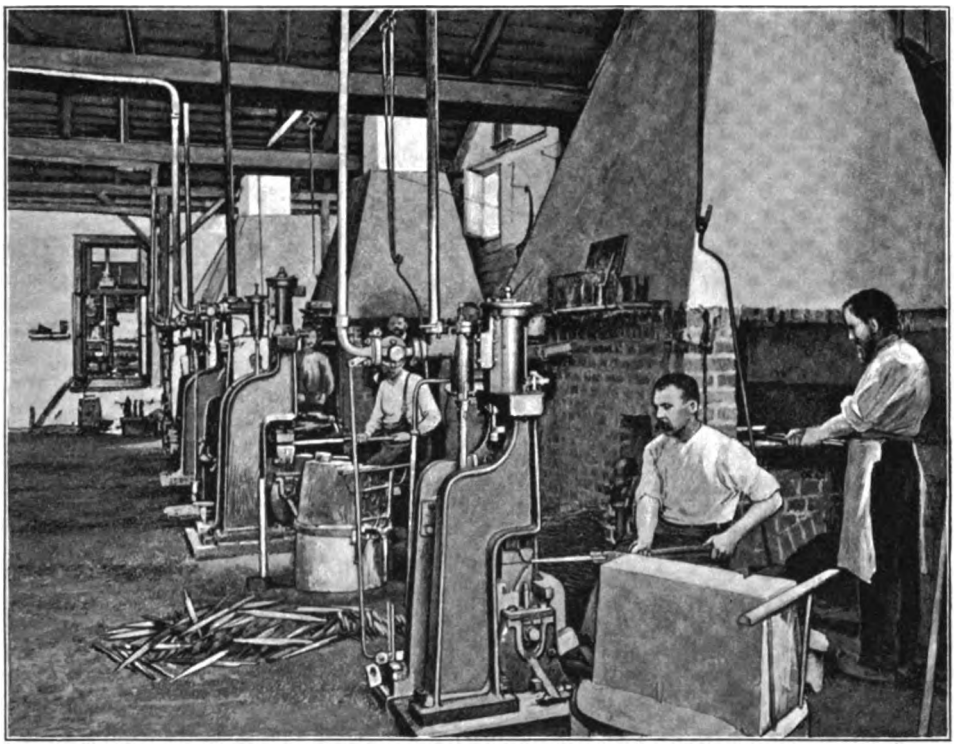
Dem richten folgt das schleifen. Dasselbe geschieht bei uns fast noch durchweg von Hand — d. h. vor den Knieen — wobei die Feilen sowohl quer als auch längs zum Stein vorgehalten werden. Neben der Erzeugung recht scharfer Kanten, worauf schon beim schmieden oder walzen streng geachtet wird, liegt hier das Ziel vor, die Flächen querüber möglichst geradlinig zu halten und namentlich die wenn auch noch so schwachen Vertiefungen zu vermeiden. Diese sind naturgemäß später an den kürzeren und darum stumpfen Zähnen zu erkennen, wie man es an minderwertiger Ware oft genug findet. Es wird also hier

Digitized by Google

eine sehr schwer zu erfüllende Anforderung an den Schleifer gestellt, der durch abwechselndes längs- und querschleifen, sogar durch schräge Führung der Feilen die möglichste Gleichförmigkeit zu erreichen sucht.

962. Doppelfeile.

Die Feilenschleiferei wird nach dem Vorgange Amerikas nunmehr auch in Deutschland vielfach durch mechanische Vorrichtungen unterstützt. Die Feilen werden (Abb. 964) zu mehreren in einen Rahmen eingespannt und während der Schleifwirkung hin und her bewegt, so daß sich die Schleiflinien fortwährend kreuzen. Um der Wölbung der Feile Rechnung zu tragen, werden die Rahmen mit einer dieser Wölbung entsprechenden hohlen elastischen Hinterlage versehen, so daß



963. Dampfhammer zum ausschmieden der Feilen (G. Corts in Remscheid).

der Druck stets gleich bleibt, während die Feilen auf und nieder gezogen werden. Dieses auf- und niederbewegen geschieht ebenfalls rein mechanisch, wie in der Abb. 964 angedeutet. Die Hin- und Herbewegung erfolgt durch eine Nutenmuffe a (Abb. 965), die auf die Schleifachse aufgekeilt ist und der Einwirkung eines festen Zapfens unterliegt. Durch diese wird der Stein gezwungen, sich während des drehens seitlich zu verschieben. Um hier jede Periodizität zu vermeiden, welche die beabsichtigte absolute Gleichförmigkeit in dem bearbeiten der Feilenfläche stören könnte, wird zuweilen die Nutenmuffe (Abb. 966) für sich bewegt, erhält also einen besonderen Antrieb.

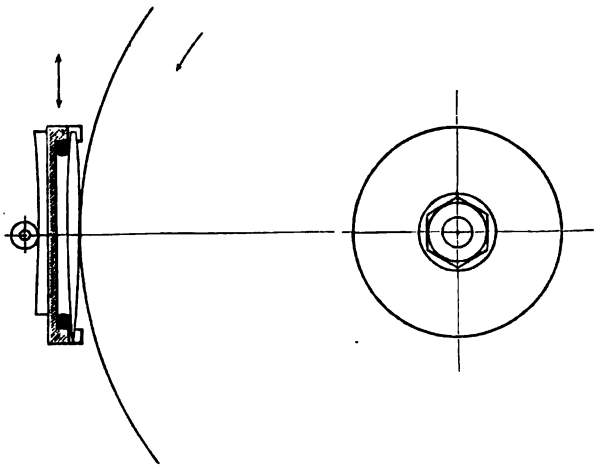
Eine andere Art, die Periodizität der Nutenmuffen bei Schleifsteinen zu vermeiden, besteht in einer Anordnung, durch welche der in dieselbe eingreifende Stift bewegt wird. Man verwendet dies da, wo eine ganz besondere Genauigkeit erreicht werden soll, wie z. B. bei dem schleifen der Hobeleisen.

Die Schleiferei entspricht im übrigen der uns bereits bekannten Messerschleiferei (vergl. Abb. 689) und ist eine überaus lästige Arbeit. Die Leute sind gezwungen, sich fortwährend in meist feuchten und zugigen Räumen aufzuhalten, und leiden vielfach da-

Digitized by Google

durch an ihrer Gesundheit. Es ist ein hartes Los, dem die Schleifer unterworfen sind, wennschon es vielleicht immer noch milder erscheint als das der Achatschleifer, welche noch mehr als jene unter den durch Mangel an Fortschritt festgehaltenen unvollkommenen Einrichtungen leiden.

Für besonders gute Ware haben einige amerikanische Feilenfabriken noch eine Feilenfeilmaschine in Thätigkeit. Die Feilen werden hier wieder zu mehreren in einen horizontalen Rahmen, die zu bearbeitende Fläche nach oben, gelegt und der Wirkung eines parallel den Feilen hin und her gehenden entsprechend gehauenen Stahlstückes ausgesetzt. Der Rahmen wird dabei durch eine Klinkvorrichtung mit Schraube langsam seitlich hin und her bewegt, während er von unten her durch einen Gewichtshebel gegen das feilende Stahlstück gedrückt wird.

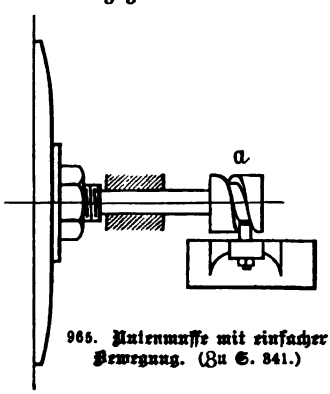


964. Schleifen der Feilen in Amerika. (Zu S. 341.)

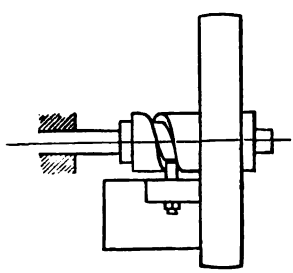
Man sieht, daß man in Amerika eine ungemeine Sorgfalt auf das vorrichten der Feilen verwendet. Man hat dort eben auf die Handhauerei von Anfang an fast vollständig verzichtet und sich gleich für die Maschinenhauerei eingerichtet, welche an die Vorbereitung wesentlich höhere Anforderungen stellt.*)

Der schwierigste Teil der Herstellung der Feile ist nun das hauen.

Es gibt wenig Handfertigkeiten, welche eine solche Fülle von mechanischer Übung erfordern wie das feilenhauen, und der Stolz der Feilenhauer hat sich lange genug gebäumt gegen das eintreten der Maschine auf diesem Gebiete, die nun freilich von Jahr zu Jahr mehr an Bedeutung gewinnt. Und wenn man die drei einfachen Werkzeuge des Feilenhauers: Amboß, Hammer und Meißel der komplizierten Feilenhaumaschine gegenüberstellt, so ist es nicht zu verwundern, daß man bei der überaus regelmäßigen Arbeit, die der Feilenhauer zu liefern imstande ist, sich nur schwer zu der durch die Konkurrenz gebotenen Neuerung entschließt.



965. Kurbelmuffe mit einfacher Bewegung. (Zu S. 341.)



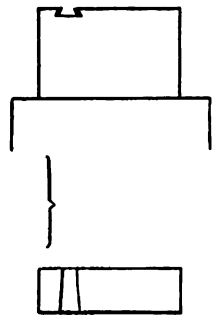
966. Kurbelmuffe mit doppelter Bewegung. (Zu S. 341.)

Amboß, Hammer und Meißel unterscheiden sich wesentlich von den sonst üblichen gleichnamigen Geräten und verdienen wohl hier eine kurze Besprechung. Der Amboß ist ein ungegliederter flacher, oft gußeiserner Klotz, der seitlich auf die hohe Kante gestellt und in den Haustock, ein einfach eingegrabenes Baumstück, eingelassen ist. Die obere Fläche, die Bahn, ist unverstählt geblieben und enthält nur (Abb. 967) einen oder mehrere schwalbenschwanzförmige Einschnitte, um etwa erforderliche Hilfswerkzeuge aufzunehmen.

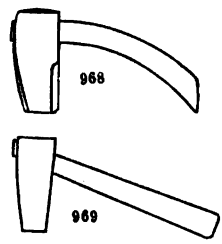
*) Vergl.: Haedicke, Über die Kleineisenindustrie in Amerika. „Stahl und Eisen" 1891, S. 212.

Digitized by Google

So kunstlos der Amboß ist, so eigenartig geformt ist der Hammer. Derselbe (Abb. 968) ist oben dick und nach der Bahn zu verjüngt; der Stiel ist krumm und in den Kopf eingefügt. Die Bahn muß klein sein, einerseits, um den Fingern für das halten des Meißels Spiel zu lassen, anderseits, um den kleinen Kopf des Meißels genau treffen zu können. Ebenso begründet ist der eigenartige Stiel. Der Hauer sitzt vor seinem Amboß, mit dem Ellbogen wenig höher als die Bahn desselben. Bei dieser Stellung würde der winkelrecht eingesteckte Stiel außerordentlich unbequem sein; die Achse der gekrümmten Handfläche muß einen spitzen Winkel mit der des Hammers bilden, und man findet daher für ähnliche Zwecke auch Hämmer mit geradem Stiel (Abb. 969), welcher schief in den Hammerkörper eingesteckt ist. Das Gewicht solcher Hämmer liegt je nach der Schwere der Feilen zwischen 0,1 bis 4 kg.



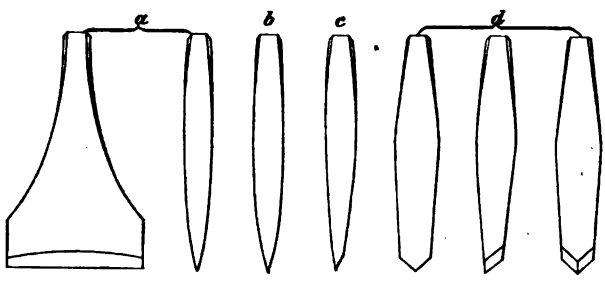
967. Feilenhaueramboß.



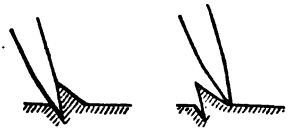
968. Deutscher Feilenhauerhammer. 969. Englischer Feilenhauerhammer.

Der Feilenhauermeißel hat ebenfalls eine ganz eigenartige Form und wird zwischen Zeigefinger und Daumen gehalten. Die Schneide ist (Abb. 970a) ziemlich schlank zugeschliffen und zwar für den Unterhieb (Abb. 970b) auf der einen Seite etwas gewölbt, im übrigen peinlich scharf und gerade geschliffen. In Deutschland geschieht dies noch meist auf gut gerade gehaltenen Steinen, während man in Amerika längst horizontal rotierende, mit Schmirgel und Öl versehene gußeiserne — auch bleierne — Scheiben hat, welche leichter zum Ziel führen. Ähnliche Scheiben, auch kupferne, findet man in unseren neueren Fabriken auch für andere Werkzeuge.

Die meisten Feilen haben bekanntlich zwei sich kreuzende Hiebe, von denen der erstere der eben erwähnte Unterhieb ist, mit dem sich die für weiches Material — Zinn, Blei, Holz — bestimmten Feilen begnügen müssen; die Feilfläche besteht dann aus parallelen Schneiden. Für härteres Material würden solche langen Schneiden zu sehr packen und werden daher durch den Oberhieb in Spitzen zerteilt. Für den Einzelhieb, der allein bestehen bleiben soll, wird ein einseitig geschliffener Meißel, wie in der Abb. 970c dargestellt, verwendet.



Für Raspen hat der Meißel eine dreikantspitze Form, wie in der Abb. 970d in drei Ansichten dargestellt.



970. Feilenhauermeißel und Feilenhieb.

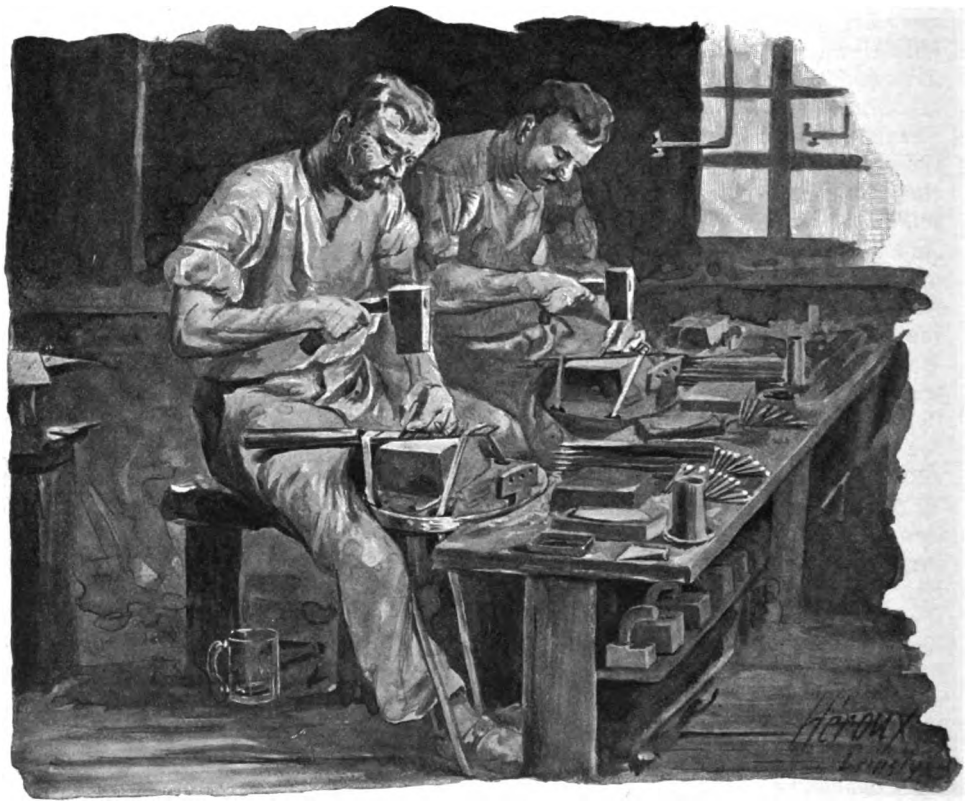
Das hauen beginnt an der Spitze. Die Feile liegt entweder flach auf dem Amboß auf einer Unterlage von Zinkblech, in der Regel mit etwas Sand, oder in einem Gesenk, das in den Ambußsattel eingeschoben und meist aus Blei hergestellt ist. Die Spitze und Angel werden, soweit sie vorstehen (Abb. 971), unter einen Riemen gesteckt, den der Arbeiter mit dem Fuße gespannt erhält und so die Feile fest auf die Unterlage drückt.

Der durch einen sicheren Schlag eingetriebene schräg aufgesetzte Meißel dringt in den Stahl ein und wirft dabei einen Grat auf, gegen welchen der Meißel (Abb. 970) für den folgenden Hieb gesetzt wird. Der Feilenhauer arbeitet also lediglich nach dem Gefühl, das ihn vor jedem Schlag leiten muß. Die Übung aber macht dies Gefühl so fein, daß eine geradezu mathematisch genau erscheinende Gleichmäßigkeit des Hiebes

Digitized by Google

erreicht wird, die es oft ſchwer macht, die von Hand gehauene Feile von der automatiſch von der Maſchine gehauenen zu unterſcheiden. Hierin und in der feinen Anpaſſung des Hiebes an das Material und an den Zweck der Feile liegt der Schwerpunkt der Handhauerei. Dazu kommt noch, daß der Schlag in ſeiner Stärke ſich nach der Breite der Feile richten muß; er iſt an der Spitze zu mäßigen und muß bei Spitzfeilen in der Mitte der Feile, wo ſie ihre größte Breite hat, am kräftigſten ſein. Endlich muß ſich derſelbe ebenſo der auch örtlich verſchiedenen Härte des Materials anpaſſen, was freilich heute bei der vorzüglichen Gleichförmigkeit des Stoffes mit der Handhauerei zurücktritt.

Viel ſchwieriger iſt das Raſpenhauen. Hier fehlt jeder Anſchlag, der den Feilenhauer ſo ſicher leitet, und nur das Augenmaß gibt die Stellung des Hiebes an, unterſtützt freilich durch ein ſehr fein ausgebildetes Gefühl.



971. Feilenhauer. (Zu S. 348.)

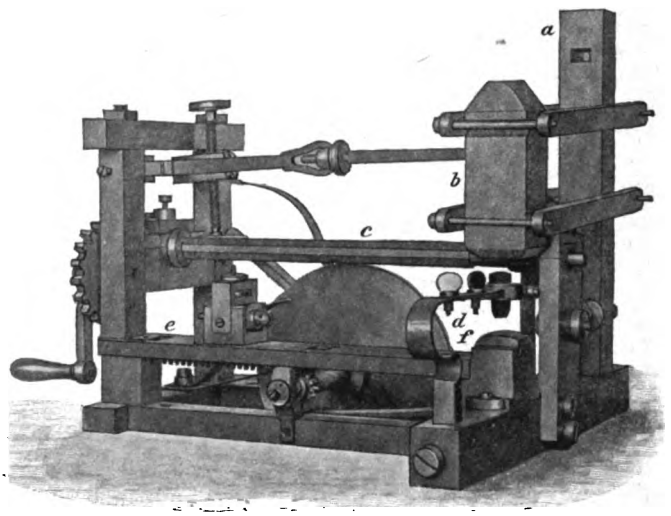
Bei der außerordentlichen Übung, welche zum hauen der Feile erforderlich iſt, lag der Gedanke nahe, die Maſchine zu Hilfe zu nehmen. Und ſo ſind denn die Beſtrebungen dieſer Art ſchon ziemlich alt. Das Germaniſche Nationalmuſeum zu Nürnberg enthält hierfür einen hochintereſſanten Beleg in Geſtalt einer arbeitsfähigen, wohl durchdachten Feilenhaumaſchine, deren Alter und Herkunft leider nicht beſtimmt werden konnte. Dieſelbe, durchweg aus Eiſen gefertigt, iſt in der Abb. 972 dargeſtellt. a iſt eine Säule, von welcher aus der Hammer b vermittelſt zweier Schienen parallel geführt wird. Der Antrieb desſelben erfolgt durch eine Welle c, die ihn mit einem im Rücken angreifenden Daumen anhebt und ſogar, von Hand getrieben, wie das oben in der Säule a ſichtbare Loch und eine von oben hineingehende Stellſchraube anzeigen, gegen eine als Preller dienende Feder geworfen werden ſoll. Der Meißel d wird von einer Bügelfeder getragen und geführt. Die Feile wird zwiſchen die Führungsböcke e und f geſpannt, welche auf

Digitized by Google

einem Schlitten laufen und mit Hilfe der gut sichtbaren Zahnstange nebst Trieb und Sperrrad nach jedem Schlag vorrücken.

Die von dem Referenten ausgeführte Besichtigung der bis dahin unbekannten Maschine ergab, daß dieselbe nicht im Gebrauch gewesen ist, was sich leicht aus der winkelrechten Stellung des Meißels zum Schlitten erklärt, welche keinen brauchbaren Hieb geben kann.

Die Feilenhaumaschinen wurden zuerst in England und Amerika eingeführt und der Remscheider Fabrikation im Jahre 1873 durch einen Streik der Feilenhauer aufgezwungen, der von Mitte Januar bis etwa Ende Juni währte. Aus diesem Anlaß traten etwa 12 Remscheider Fabrikanten zusammen und gründeten unter der Firma „Feileninduſtrie-Gesellschaft" eine mechanische Hauerei. Es wurden 10 Feilenhaumaschinen, System Dodge, aus Manchester beschafft, denen die Gründer stets genügend Feilen zum hauen zuzuführen verpflichtet waren. Indessen hatten die hier gehauenen Feilen nicht die Güte, welche die Handarbeit zu erreichen vermochte. Daher unterließ, nachdem der Streik beendet war, einer nach dem anderen, der Fabrik Feilen einzusenden; das Geschäft schlief ein und wurde liquidiert. Bei dieser Gelegenheit kaufte die Firma A. Mannesmann 5 Maschinen, Kotthaus & Busch 2, und die übrigen gingen nach Belgien. Diese 7 Maschinen bildeten den Grundstock zu der heutigen großartig ausgebildeten mechanischen Feilenhauerei in Remscheid.



972. Alte Feilenhaumaschine.

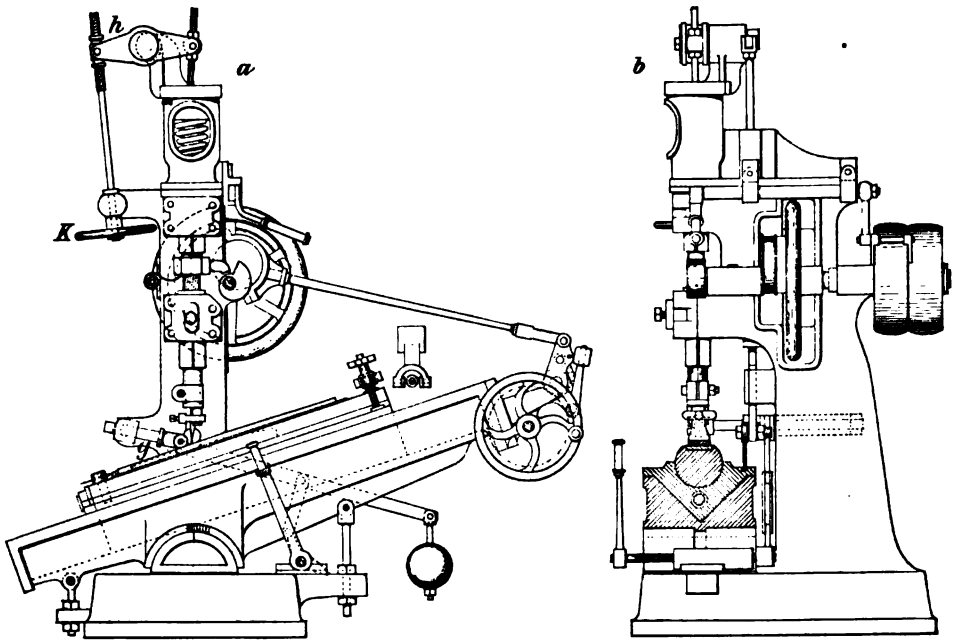
Man verbesserte bald die Maschinen, baute neue und hatte dabei zuerst sehr viel mit dem Vorurteil des Publikums zu kämpfen, so daß einstweilen die Handhauerei noch ganz wesentlich den Vorrang behielt. Erst der 1890er Streik gab den letzten nötigen Anstoß, der Maschine wieder Aufnahme zu verschaffen, die nun inzwischen so weit vervollkommnet worden ist, daß auch das Auge befriedigt wird. Man lernte die zum Teil ganz unnötigen Eigenschaften des Handhiebes auf den Maschinenhieb zu übertragen und so auch denjenigen Anforderungen zu genügen, welche lediglich Mode und Gewohnheit zugeschrieben werden müssen. —

Der ursprüngliche Widerstand berief sich auf die mangelnde Anpassungsfähigkeit der Maschine an den Stahl, dessen Ungleichmäßigkeit, wie oben angedeutet, die Maschine nicht folgen könne. Auch könne die Maschine die Meißelstellung nicht genügend anpassen. Das alles hat sich nun gegeben. Unsere Hütten liefern längst den Stahl in der erforderlichen Gleichmäßigkeit, und der Änderung der Meißelstellung hat sich die Maschine gefügt. Dabei hat der deutsche Maschinenbau wesentliche Besserungen in die Feilenhaumaschine hineingetragen, und man ist nunmehr imstande, allen Ansprüchen gerecht zu werden und selbst solche zu erfüllen, wie das abschwächen des Hiebes nach der Spitze zu, welche stellenweise berechtigt sind, stellenweise aber auch keine andere Berechtigung als die der urteilslos übertragenen Gewohnheit haben. Allerdings verlangt die Maschine, wie weiter unten gezeigt werden wird, auch sorgfältigere Vorbereitung der Feilen, dem naturgemäß Rechnung getragen werden mußte.

Digitized by Google

Die Feilenhaumaschinen, von denen wir in den Abb. 973 bis 976 einige neuere, deutsche Systeme vorführen, haben sämtlich gewisse Teile miteinander gemeinsam, den Tisch mit dem Support zum festlegen der Feile, den Niederhalter und den Schlagstempel mit Meißel, Nase und Spannfeder, getrieben vom Daumen.

Tisch und Stempelführung müssen den Winkel miteinander bilden, mit welchem der Meißel auf die Feile aufgesetzt wird. Dieser Winkel ist bei manchen Systemen veränderlich. Eine derartige Einrichtung ist in der Abb. 976 getroffen. Die Stempelführung ist hier mit Hilfe einer etwas verstellbaren Scheibe am Gestell befestigt und kann auf diese Weise nach Wunsch, aber für den jeweiligen Hieb fest, eingestellt werden. Der Winkel beträgt im Mittel 17 Grad. Steht also die Stempelführung, wie es meist der Fall ist, vertikal, so muß der Tisch schräg liegen. Abb. 974 zeigt die seltenere andere Stellung, Tisch horizontal und Führung schräg, die übrigens neuerdings verlassen ist.



Vorderansicht. Seitenansicht.

978. Feilenhaumaschine mit festem, senkrechtem Kopf und schräger Bahn (Winterhoff in Remscheid).

Der auf oder im Tisch sich bewegende Support ist zunächst in bekannter Weise geführt und wird meist durch eine Spindel und Klinkung oder durch Riemen angetrieben. Er enthält das Feilenbett, welches entweder nur festgekeilt ist, oder auch (Abb. 974b) eine cylindrische Lagerung enthält, so daß sich die Feile um eine zu ihrer Längsachse parallele Linie drehen kann. Dies ist zunächst bei Rund- und bei Halbrundfeilen notwendig und auch dann für Flachfeilen wünschenswert, wenn man der genauen Schleifung oder Parallelität der Flächen nicht sicher ist. In diesem Falle sorgt eine unmittelbar neben dem Meißel auf der Feile laufende Rolle, in Verbindung mit jener cylindrischen Lagerung, für die jederzeit horizontale Lage der Feile in der Querrichtung. Im übrigen ist die Feile in Blei gebettet, um den etwa bereits fertigen Hieb zu schonen.

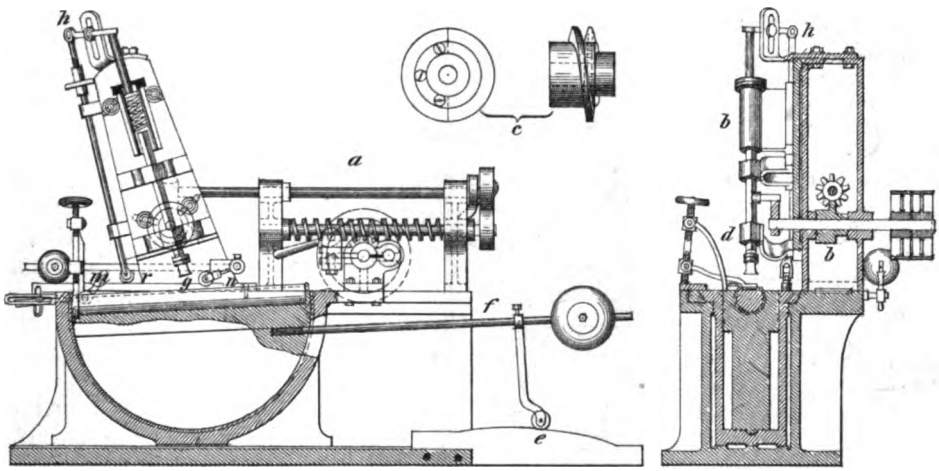
Ähnlich wie jene nur in besonderen Fällen auf der Feile laufende Rolle befindet sich noch eine solche oder ein Druckstückchen (Füßchen) ebendort, welches mit einem Gewichtshebel oder auch einer Feder derart in Verbindung gesetzt ist, daß die Feile stets kräftig auf das Bett gedrückt wird, also dem Hieb gegenüber sicher liegt. Es ist dies der oben als regelmäßig wiederkehrender Bestandteil angeführte, den erwähnten Spannriemen der Handhauerei ersetzende Niederhalter, in den Abb. 973 u. 974 mit g bezeichnet. Der prismatisch geführte Schlagstempel besitzt bei d (Abb. 974) eine Nase, welche von den

Digitized by Google

spiralförmig angesetzten Daumen (Abb. 975) gehoben und nach dem ausfahren desselben durch Federkraft niedergeschnellt wird. Zuweilen ist hierfür ein Gummipuffer angebracht, während man sonst häufig eine (Abb. 973a) oder auch zwei Spiralfedern findet.

Dieser allgemeinen Grundlage der heutigen Feilenhaumaschinen ist nun behufs Anpassung an die verschiedenen Formen und Ansprüche noch manches hinzugefügt worden.

Zunächst muß die Pufferfeder stellbar eingerichtet werden, um die Stärke des Hiebes nach Bedarf zu regeln. Sie stemmt sich aus diesem Grunde gegen das Ende eines Hebels h, dessen anderes Ende durch Spindel und Handrad k (Abb. 973) bethätigt wird. Sie kann also an sich bereits mehr oder weniger gespannt werden, abgesehen von der durch das empordrücken des Stempels vor jedem Schlag hervorgebrachten Spannung. Dieser Schlag soll aber auch während des Ganges geändert werden können, um ihn in der breiten Mitte der Feile zu verstärken und nach den Enden zu abzuschwächen. Dies wurde bis vor wenigen Jahren in der genannten Weise von Hand besorgt, soweit überhaupt auf diesen Umstand Rücksicht genommen wurde. Zur Zeit jedoch arbeiten die



Vorderansicht. Seitenansicht.

974. Feilenhaumaschine mit horizontaler Bahn und schwingendem Amboß (System Zenses).

Maschinen meist automatisch. Es geschieht durch eine der Form der Feile entsprechende Schablone mn, welche am Support befestigt ist und sich also mit diesem voranbewegt. Auf derselben läuft eine Rolle r, welche durch ein Gestänge mit dem uns bereits bekannten Hebel h in Verbindung steht, so also, daß die Feder gespannt wird, wenn die Feile auf ihrer breiten Mitte gehauen wird, und nachgelassen, wenn die schmaleren Stellen sich in Bearbeitung befinden. Da ferner die Stärke des Schlages auch von dem Schlagwege abhängt, der bei bauchigen Feilen in der Mitte geringer ist, so muß die Schablone hier noch eine besondere, diesem Umstand angepaßte Erhöhung erhalten.

Die Verfeinerung des Hiebes nach der Spitze zu hat ursprünglich seinen Grund in der bei dünneren Feilen dort verminderten Widerstandsfähigkeit, welche dann den zur Erhaltung der Tiefe erforderlichen schweren Schlag nicht erträgt. Es hat sich dies im Laufe der Zeit auch auf andere Feilen übertragen und wird nunmehr vom Händler zuweilen da gefordert, wo es an sich nicht nötig ist, muß also vom Fabrikanten berücksichtigt werden.

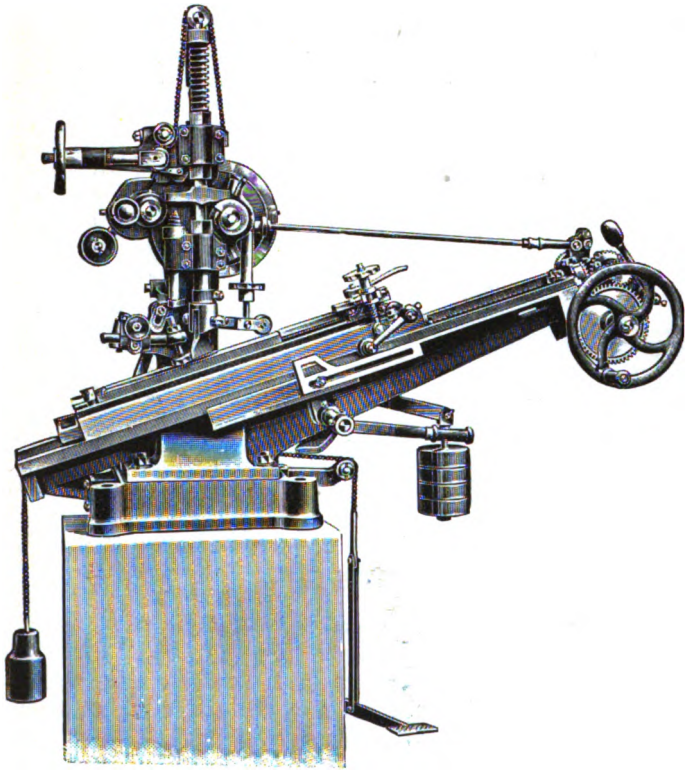
Eine weitere Anpassung an die Feilenform wird durch die Konstruktion Zenses, Joh. Gottlieb Peiseler-Remscheid, erreicht. Bei bauchigen Feilen nämlich wird der Winkel, in welchem der Meißel auftrifft, nach der Spitze zu kleiner und nach der Angel zu größer werden und nur in der Feilenmitte demjenigen entsprechen, auf welchen die Maschine gestellt ist. Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, hat zunächst (Abb. 976*) die Maschinenfabrik vormals Petschke & Glöckner, A.-G. in Chemnitz, den

*) „Zeitschrift für Werkzeugmaschinen und Werkzeuge", 1898.

Digitized by Google

Supportschlitten gewölbt. Dies paßt aber nicht für gerade Feilen, ist also nur dann angebracht, wenn Bedarf genug für einigermaßen ähnlich gewölbte Feilen vorliegt. Zenses u. a. machen (Abb. 976) daher den ganzen Tisch beweglich, so daß er sich um den mittleren Auftreffpunkt des Meißels dreht, und bringen ihn durch einen Gewichtshebel f in Abhängigkeit von einer Schablone e, deren Wölbung der der jedesmal zu hauenden Feilengattung entspricht. Hiermit wird gleichzeitig mit genügender Annäherung das oben erwähnte Ziel erreicht, die Fallhöhe des Meißels gleichmäßig zu erhalten, unabhängig von der Wölbung der Feile.

Schoeffel (Feilenfabrik Boehler, Wien) läßt außerdem den ganzen Support sich etwas heben, wenn der Hieb verschärft werden soll. Ferner werden (Zenses und Schoeffel) die Feilenhaumaschinen neuerdings mit einer Einrichtung versehen, welche den Hieb nach der Spitze zu selbstthätig verengt, um auch etwaigen diesbezüglichen Wünschen Rechnung zu tragen.



975. Feilenhaumaschine mit festem Kopf und schräger Bahn. (Béché & Grohs, Hückeswagen.)

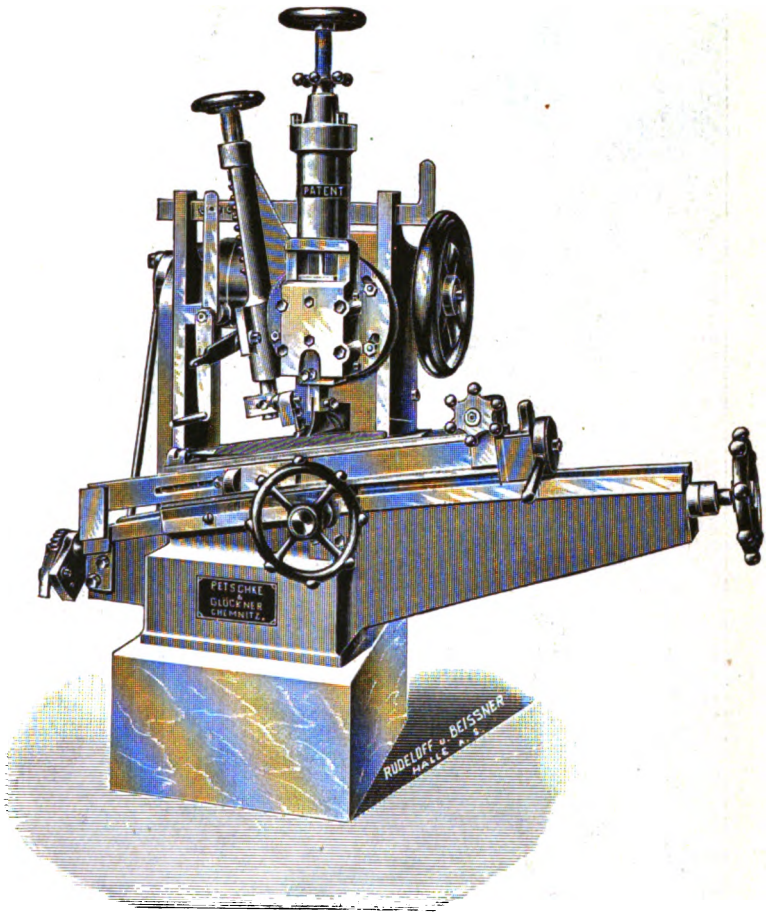
Der Antrieb des Supports erfolgt bei den älteren Maschinen gleichmäßig durch Riemen und Schnecke, bei den neueren Maschinen ruckweise, dem jedesmaligen Hieb entsprechend. Bei der Zensesmaschine erfolgt dies dadurch, daß die auf der Antriebswelle befindliche Schnecke b, welche die Bewegung der Spindel und damit des Supports einleitet, nicht auf dem ganzen Umfang mit Gängen versehen ist, wie aus der Abb. 974 zu erkennen. Während also die Daumenwelle gleichmäßig umgeht, erhält der Support nur so lange Vorschub, als die Schneckengänge eingreifen, und bleibt während der übrigen Zeit stehen, wie es übrigens beim Vorschub durch Sperrklinke ebenfalls stattfindet.

Für das hauen von Rundfeilen benutzt die berühmte Feilenfabrik von Dißton in Tacony bei Philadelphia eine besondere Maschine, bei welcher die Feile vertikal eingespannt wird und sich während des hauens selbstthätig dreht, so daß sich der Hieb in schönen Spiralen auf der Feile bildet. Diese Feilen arbeiten besser, weil sich die zwischen den Hiebreihen liegenden Nuten decken. Sonst werden die Halbrund- und Rundfeilen auf der gewöhnlichen Haumaschine nach jedesmaligem Durchgang von Hand verstellt. In Remscheid sind jedoch neuerdings Feilenhaumaschinen der üblichen Bauart derart eingerichtet worden, daß darauf Rundfeilen und Halbrundfeilen spiralförmig gehauen werden können.

Die Zahl der heute vorhandenen Feilenhaumaschinen ist sehr groß, namentlich seitdem Deutschland sich an der Herstellung derselben beteiligt hat. — Die ersten in Deutschland thätigen Feilenhaumaschinen waren durchweg englische oder amerikanische. Der deutsche Maschinenbauer studierte an ihnen zuerst die Eigenheiten und begab sich dann — es sind kaum mehr als 20 Jahre her — selbst an die Verbesserungen. Er hatte dabei einen

Digitized by Google

nicht ganz leichten Kampf mit den Gewohnheiten und den Vorurteilen zu führen. Man wollte zuerst durchaus nichts vom Maschinenhieb wissen, obwohl nicht einzusehen war, warum der von einem Meißel aufgetriebene Grat anders sein solle, wenn der Meißel von Hand- oder vom Maschinenhammer geschlagen wird. Solange freilich der Stahl nicht gleichmäßig hart war, konnte sich die Hand eher den harten Stellen anpassen, als der Maschinenhieb. Aber wir haben längst gelernt, gleichmäßigen Stahl zu fertigen. Die sonstigen Feinheiten, welche wir oben besprochen haben — Änderung der Feinheit und Tiefe des Hiebes nach der Spitze zu, des Winkels nach der Bauchigkeit — spielen nur eine geringe Rolle, haben aber doch als Gründe gegen die Maschinenfeile gedient. — Noch heute gibt es Händler, welche die Handhauerei vorziehen und genau den Hieb auf seine Herkunft prüfen. Derselbe ist an den schönen geraden Linien zu erkennen, welche die Spitzen bilden und welche der Handhieb trotz aller Übung nicht zu liefern vermag. Aber auch hier hat die Intelligenz des Maschinenbauers Aushilfe gefunden. Er verwendet eine ähnliche Vorrichtung wie die, welche wir zur Veränderung der Hiebweite kennen gelernt haben, und versieht die betreffende Schablone (Pat. Schoefel) mit unregelmäßigen Vertiefungen, so daß der Vorschub die wenn auch außerordentlich leichten Unregelmäßigkeiten erhält, welche die Handfeile zeigt. Hieran kann nun auch der peinlichste Händler nichts auszusetzen haben.



976. Feilenhaumaschine mit verstellbarem Kopf und gewölbter Bahn.

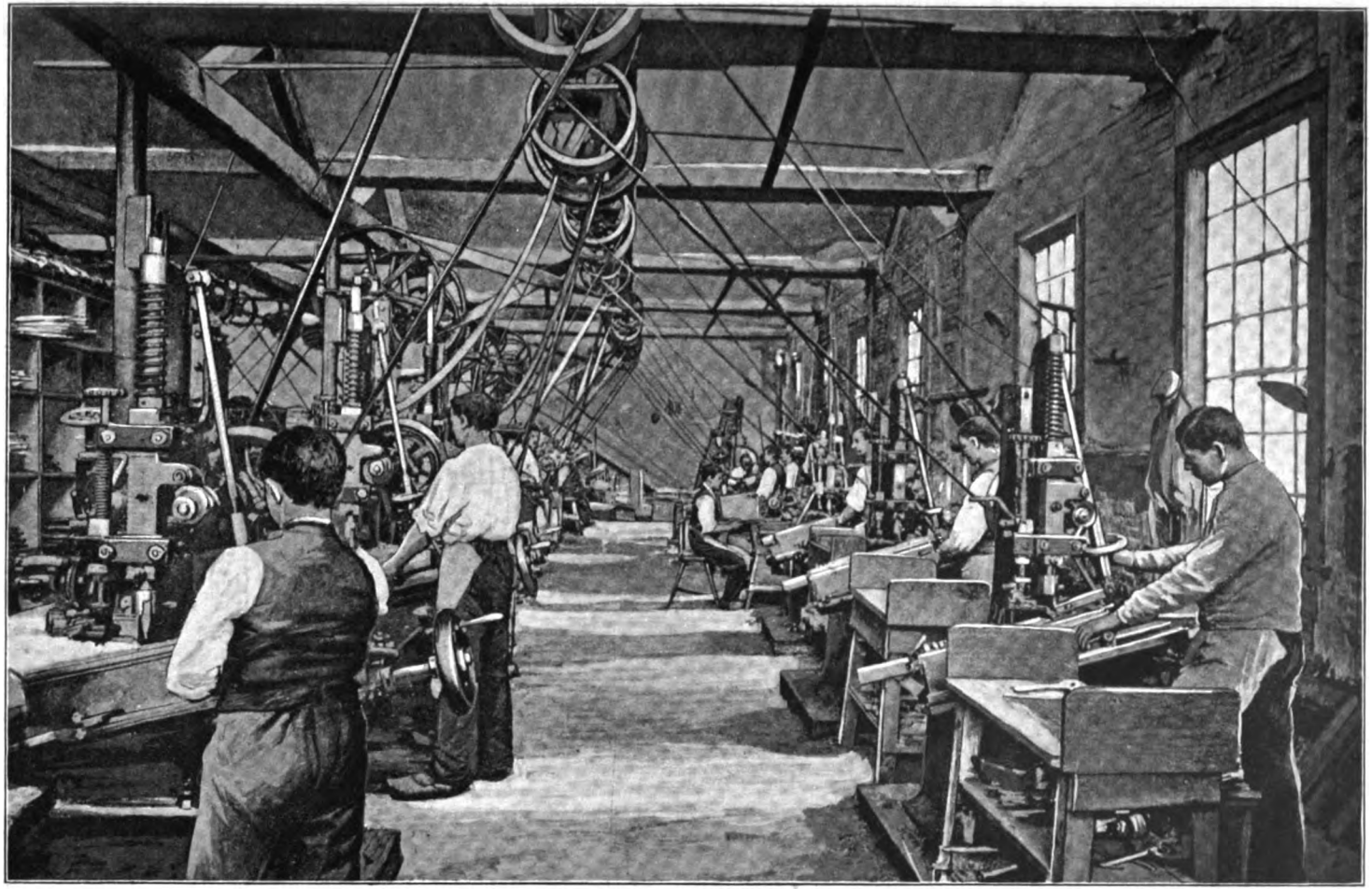
Abgesehen von allen diesen Verschiedenheiten sind die Feilenhaumaschinen natürlich auch andere für die einzelnen Feilengrößen, so daß man in einer Feilenfabrik (Abb. 977) meist eine große Zahl der mannigfachsten Maschinengattungen findet.

Nach dem hauen werden die Feilen, zuweilen mit Holzkohlenpulver, ausgerieben, um alle etwa hineingefallenen Späne, Staub u. s. w. zu entfernen, und nunmehr dem härten überwiesen.

Das härten der Feilen erfolgt in drei Stufen: überziehen, glühen und ablöschen.

Würde man die Feilen ungeschützt der Glut aussetzen, so würden die feinen Spitzen, auf deren Güte es ja besonders ankommt, leicht durch Überhitzung oder Entkohlung — Einwirkung des in der Flamme und auch beim hantieren in der freien Luft enthaltenen Sauerstoffes — leiden. Sie müssen daher geschützt werden, was durch irgend eine

Digitized by Google



977. **Maschinenfeilenhauerei von Gottlieb Corts in Remscheid.**

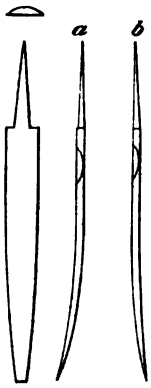
Digitized by Google

978. Härterei der Feilenfabrik von Gottlieb Corts in Remscheid.

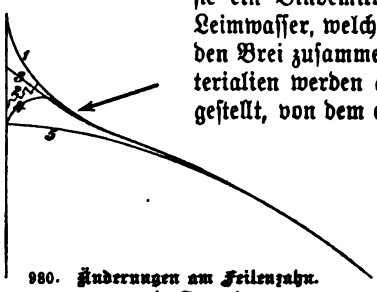
Digitized by Google

haftende Schicht mehr oder weniger erfolgreich geschehen kann. Die Praxis hat hier ausschließlich zu kohlenstoffhaltigen Körpern geführt, welche sämtlich imstande sind, nicht nur zu schützen, sondern auch noch zementierend zu wirken.

Die hier wirksamen Materialien sind Kohlenstaub, Graphit, Ofenruß oder namentlich ein für diesen Zweck besonders vorbereiteter Stoff, das Klauenmehl: geröstete Lederabfälle, Klauen- und Hornstücke u. s. w., welche zu einem groben Pulver zermahlen werden und sich vorzüglich zum zementieren eignen. Diesen Materialien wird gebrauchsmäßig beinahe stets Salz hinzugesetzt. Ferner erhalten sie ein Bindemittel, wie Hefe (Bierreste), Mehl, Leimwasser, welches mit ihnen zu einem gut haftenden Brei zusammengerührt wird. Von diesen Materialien werden alle möglichen Stufen zusammengestellt, von dem einfachen Gemenge von Bierresten mit Graphit bis zur sorgfältigsten Mischung von Klauenmehl, Leimwasser oder Mehl und Salz. Hiermit werden die Feilen, soweit sie gehärtet werden sollen, sorgfältig eingerieben, worauf sie noch in der trockenen Mischung herumgewälzt und dadurch überaus vollkommen geschützt und zum zementieren vorbereitet werden.



979. Krummsetzen der Feile.

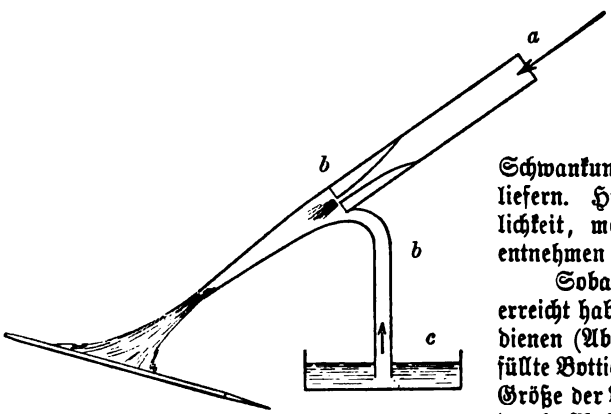


980. Änderungen am Feilenzahn. (Zu S. 354.)

1. Natürlicher Grat. 2. Bruch nach dem ersten feilen. 3. Schärfung der ungebrauchten Feile durch Sandstrahl. 4. Durch Gebrauch abgestumpft. 5. Nachgeschärft durch den Sandstrahl.

Das glühen geschieht in der freien Flamme, wobei die Feilen auf einen Rost gelegt werden, ferner im Koksfeuer, in glühendem Kleinkoks, bei kleineren Feilen auch, auf Holzkohle u. s. w. gelagert, in Muffen, offenen Kästen oder endlich auch im glühenden Blei.

Hierbei ist selbstverständlich das abpassen der richtigen, von der jeweiligen Natur des Stahls abhängigen Glühstufe von außerordentlicher Bedeutung, und es werden daher für diese Arbeit nur die zuverlässigsten Leute gewählt. Am geringsten ist diese Schwierigkeit bei der Bleihärtung, weil die mächtigen, hier in Anwendung kommenden Bleimassen, wenn sie einmal die richtige Glut erhalten haben, nur langsamen Schwankungen derselben ausgesetzt sind und innerhalb dieser Schwankungen stets genau gleiche Glühfarbe liefern. Hierzu tritt noch die große Bequemlichkeit, mehrere Feilen gleichzeitig dem Bade entnehmen zu können.

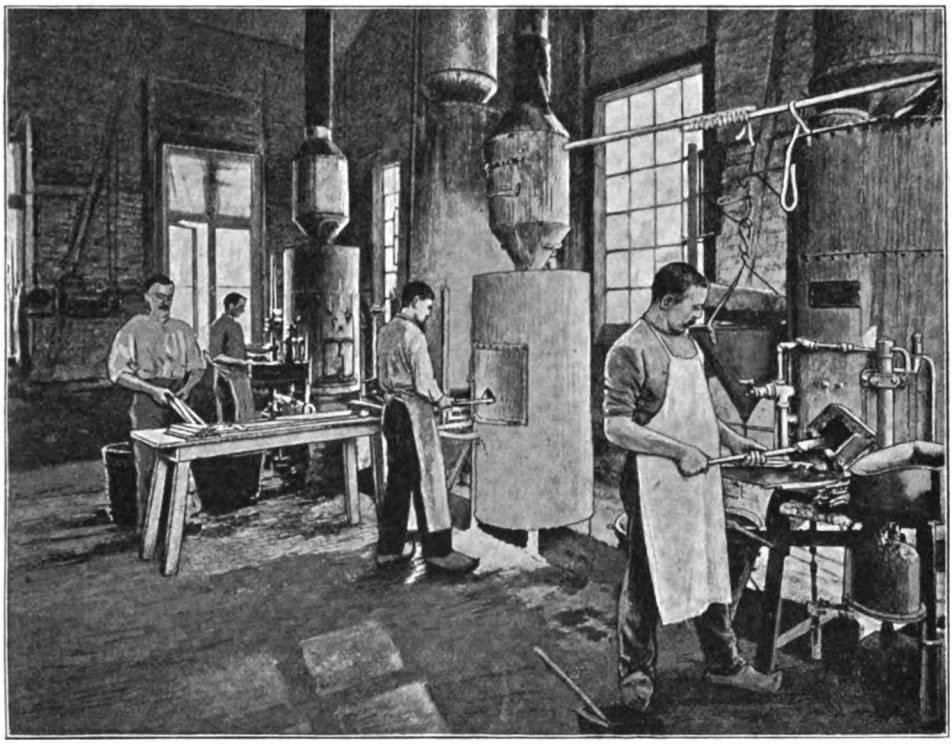


981. Sandstrahlgebläse. (Zu S. 354.)

Sobald die Feilen die richtige Glühfarbe erreicht haben, werden sie abgelöscht. Hierzu dienen (Abb. 978) mächtige, mit Salzwasser gefüllte Bottiche, die häufig, namentlich wenn ihre Größe der Beanspruchung nicht völlig entspricht, durch Wasserschlangen gekühlt werden. Der Salzgehalt des Härtewassers ist an sich nicht durchaus erforderlich, dem härten aber insofern günstig, als erfahrungsmäßig Salzwasser schneller kühlt und ruhiger bleibt, als reines Wasser. In der Regel wird sogar die Lösung durch Überschuß an Salz konzentriert erhalten. Dazu tritt die bei den recht lange Zeit gefüllt erhaltenen Bottichen sehr nützliche fäulniswidrige Eigenschaft des Salzwassers; gewöhnliches Wasser würde durch die abfallenden organischen Bestandteile des Feilenbezuges sehr bald einen unerträglichen Geruch verbreiten. Endlich ist das Salzwasser nicht so leicht unbeabsichtigten Verunreinigungen ausgesetzt, welche die Härtefähigkeit des Wassers unter Umständen ganz in Frage stellen können.

Digitized by Google

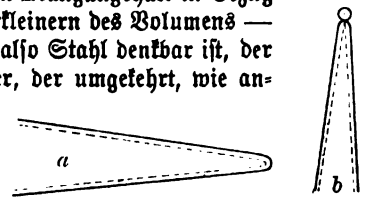
Beim härten verlieren die Feilen häufig ihre gerade Richtung, sie „ziehen“ sich. Oft geschieht dies schon beim glühen, indem die durch das schmieden in die Feilen hineingebrachten Spannungen sich auszugleichen streben. Der Härter korrigiert dies vor dem eintauchen, zuweilen auch, wenn auch nur bei gewissen Feilen, nach kurzem abschrecken, durch einen leichten Schlag. Das ziehen wird dagegen regelmäßig bei unsymmetrisch geformten oder gehauenen Feilen beobachtet. Flachfeilen, welche auf der einen hohen Kante ungehauen geblieben sind, erfahren naturgemäß auf der gehauenen Kante durch die hier größere Abkühlungsfläche eine schnellere Abkühlung als auf der anderen und ziehen sich mit derselben — der gehauenen — hohl. Der Härter setzt sie aus diesem Grunde schon vorher krumm, so also, daß die gehauene Seite etwas konvex gestellt wird. Bei den



983. Sandstrahlbläserei der Feilenfabrik von Gottlieb Corts in Remscheid. (Zu S. 354.)

halbrunden Feilen tritt dies besonders stark hervor; sie werden vor dem ablöschen mit der flachen Seite (Abb. 979) konkav gesetzt und richten sich dann beim härten gerade.

Dies hängt übrigens noch von der Natur und der Zusammensetzung des Stahls ab. Moritz Böker in Remscheid hat nachgewiesen, daß ein Mangangehalt in Bezug auf das ziehen beim ablöschen — vergrößern oder verkleinern des Volumens — genau entgegengesetzt dem Kohlengehalt wirkt, so daß also Stahl denkbar ist, der sein Volumen beibehält, sich also nicht zieht, wie solcher, der umgekehrt, wie angegeben, gesetzt werden muß.



984. Schärfen durch beizen. (Zu S. 356.)

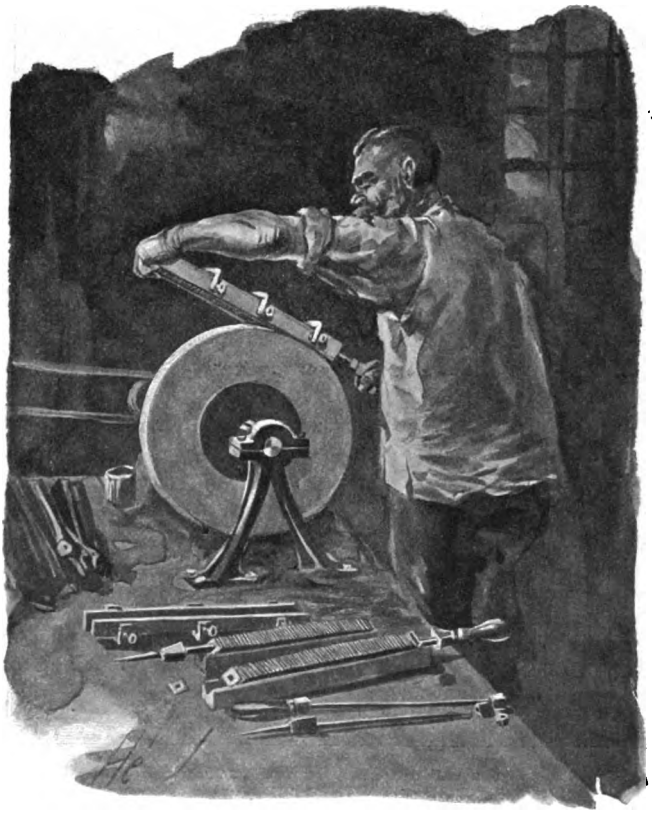
Die Feilen werden nunmehr sorgfältig durch in der Neuzeit auch mechanisch getriebene Bürsten von dem Belag gereinigt, wozu bisweilen auch mit Schwefelsäure versetztes Wasser verwendet wird, sehr sorgfältig abgespült, in Kalkwasser getaucht, getrocknet, wieder ausgebürstet, geölt, durch eintauchen in geschmolzenes Blei an der Angel nachgelassen, damit diese wieder weich wird, und endlich gestempelt. — Zu diesen Vorgängen, denen die Feile unterworfen wird, ist in der Neuzeit noch das blasen der Feilen getreten.

Digitized by Google

984. Zusammengesetzte Feile. (Zu S. 356.)

Der Zweck des blasens war ursprünglich ein anschleifen der Spitzen, wie es sogar zum schärfen abgenutzter Feilen verwendet wird.

Abb. 980 zeigt die Form eines aufgehauenen Feilenzahnes in vergrößertem Maßstabe. Derselbe zeigt auf dem aufgetriebenen Berg noch einen scharf aufstrebenden Grat, welcher, Linie 1, gleich beim ersten feilen abbricht, so daß die Zahnform nunmehr die der Linie 3 wird. Es ist klar, daß der „Griff" der Feile nicht mehr der der neuen Feile sein kann. Das abbrechen wird bei weichem Material nicht in dem Maße stattfinden, als bei hartem, daher gilt eine für Messing abgebrauchte Feile für Eisen noch als scharf. Wenn man hingegen einen scharfen Strahl in der Richtung des Pfeiles (Abb. 980) gegen die neue Feile wirken läßt, so wird ein Teil des feinen Grates weggeschliffen, so daß die Spitze jetzt etwa die Form der Linie 2 erhält. Es ist klar, daß nunmehr ein ausbrechen nicht mehr so leicht stattfinden wird, als bei der ursprünglichen Spitze.



985. Schleifen der Plattenfeile. (Zu S. 356.)

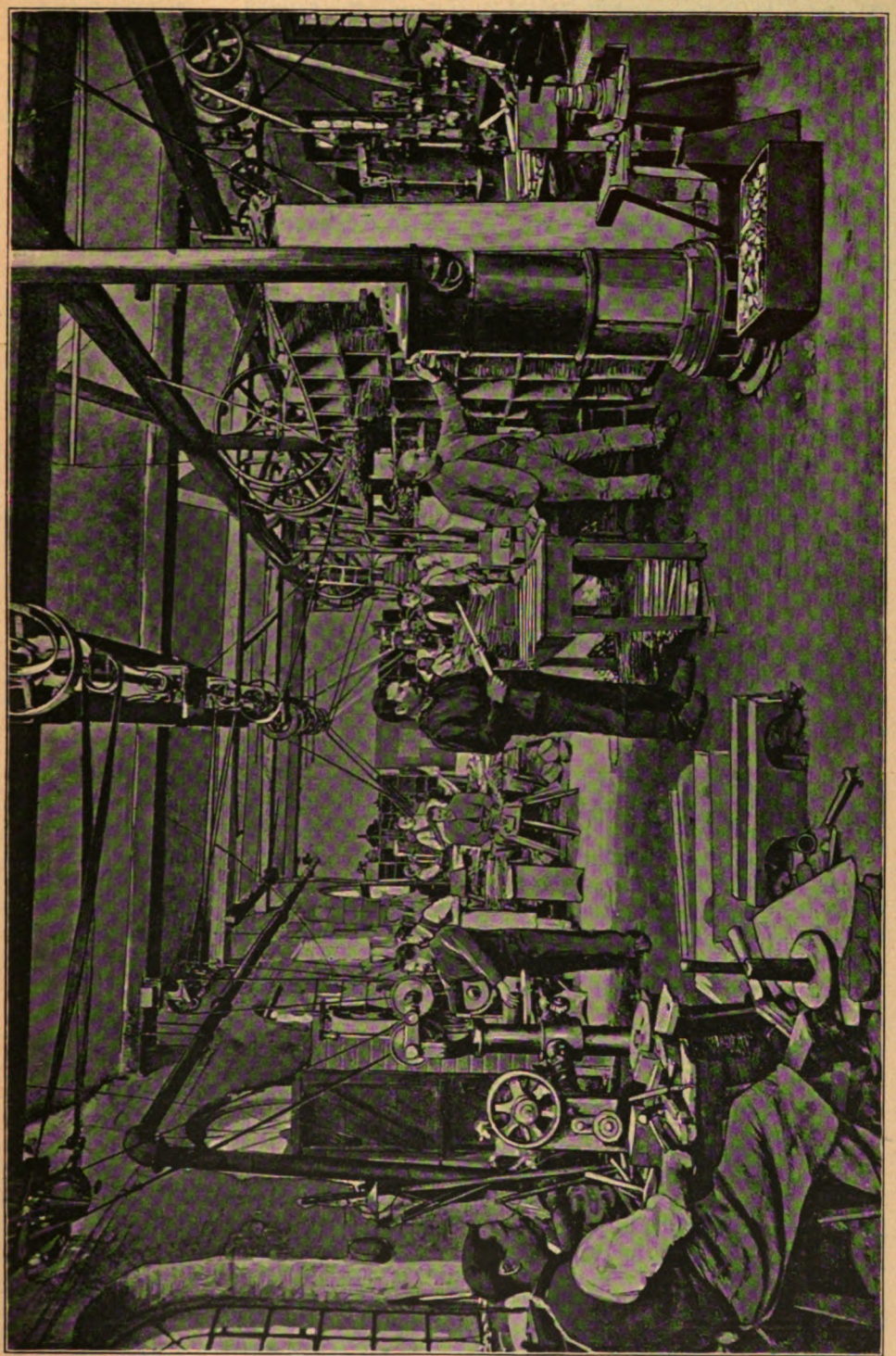
Die Einrichtung eines Sandstrahlgebläses geht aus der Abb. 981 hervor. Der bei a eingeleitete Dampf strömt durch die Spitze b aus und erzeugt in der Umgebung derselben eine Luftverdünnung, welche bewirkt, daß der in dem Gefäß c befindliche Sand durch das Rohr b in die Höhe steigt, so daß er nunmehr von dem Dampfstrahl mitgerissen wird. Derselbe trifft nun, gemengt mit dem Sand, die zu bearbeitende Fläche. Abb. 982 zeigt die Anwendung eines solchen Sandgebläses. Der Vorgang spielt sich in einem aufrechten Kessel ab, in dessen auf der Abbildung sichtbare Öffnung die Feile gehalten wird.

Solche Sandgebläse sind heute in den meisten Feilenfabriken zu finden. Sie dienen indessen vielfach nur dazu, um das Aussehen zu verschönen. Der Sandstrahl erteilt der Feile eine gleichmäßig hellgraue Farbe, welche zur Zeit recht beliebt ist.

Immerhin ist auch die Materialabnahme, welche durch kräftiges blasen stattfindet, der Beachtung wert. — Binder in Winterthur hat sogar hierauf ein Verfahren gegründet, abgenutzte Feilen zu schärfen.

Die Linie 4 der Abb. 980 zeigt etwa die Form eines abgenutzten Feilenzahnes, der vorher (Linie 3) ausgebrochen war, wie es bei den meisten Feilen stattfindet. Läßt man nun auf solchen Zahn einen Sandstrahl recht scharf wirken, so entsteht leicht die Form der Linie 5, welche eine immerhin noch brauchbare Schärfe aufweist.

Digitized by Google



986. Schleiferei der Feilenfabrik von Gottlieb Corts in Remscheid

Digitized by Google

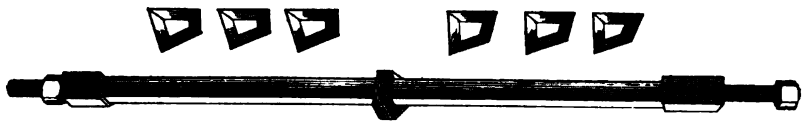
Dem von Binder eingeschlagenen Wege folgend, schärft neuerdings Erlenwein in Edenkoben die Feilen mit Hilfe schnell umlaufender Drahtbürsten mit schrägstehenden Bündeln unter Zugabe an Sand, Schmirgel und ähnlichen Materialien, welche genau wie beim Sandgebläse an den oberen Flächen der Zähne (Abb. 980) entlang geführt werden.

Man hat auch das beizen zum schärfen der Feile verwendet. Abb. 983a zeigt irgend eine Schärfe — man kann auch Klingen in dieser Weise behandeln — in sehr vergrößertem Maßstabe. Nimmt man auf beliebigem Wege, wie punktiert angegeben, etwa durch beizen in verdünnten Säuren oder indem man das Objekt zum positiven Pol eines galvanischen Stromes macht, eine Schicht des Materials fort, so muß die Krümmung an der Schneide oder Spitze geringer werden. Da nun alle Schneiden, mikroskopisch gesehen, mehr oder weniger derartige Krümmungen zeigen, so ist klar, daß mit diesem Vorgang eine Schärfung, und oft eine genügende, verbunden sein muß.

987. Feile von Ludwig Müller.

Dieser Vorgang wird noch durch Gasentwickelung verschärft, wenn man die Spitze (Abb. 983b) nach oben kehrt. Die sich entwickelnden Gasblasen steigen naturgemäß nach oben und können nur dort dauernd haften bleiben. Indem sie letzteres thun, schützen sie die äußerste Spitze oder Kante vor der Wirkung der Säure, so daß dieselbe noch weniger abgerundet wird, als es die Abb. 983a zeigt. Das Verfahren gelingt indessen nicht bei Anwendung eines galvanischen Stromes, da in diesem Falle die Gasblasen sich nur an der Kathode (dem negativen Pol) zeigen.

Die Schwierigkeit des schärfens abgenutzter Feilen hat zu zusammengesetzten Feilen geführt. Abb. 984 zeigt eine solche, welche aus quadratischen auf zwei Seiten schräg angeschliffenen Platten zusammengesetzt ist, die auf einen viereckigen Dorn gesteckt und am Ende durch eine Schraube zusammengehalten werden. Die Löcher sind etwas länglich gestaltet, so daß die Platten schief gestellt werden können. In dieser Lage werden sie



988. Feile mit geknickten Platten.

(Abb. 985) geschliffen. Gerade gestellt, geben sie dann eine gerauhte Fläche, welche sich zum feilen von Holz u. s. w. eignet; für Metall ist sie nicht vorteilhaft, da die breiten Schneiden zu sehr packen. Ludwig Müller in Dresden wendet aus diesem Grunde (Abb. 987) gerippte Plättchen an, welche er auch mit Schwalbenschwanz auf eine Leiste schiebt. Hier entstehen beim schrägen anschleifen Spitzen, welche geeigneter für Metallbearbeitung sind, als die Schneiden der Plattenfeile (Abb. 985). Aber die Spitzen stehen immer noch in einer Linie winkelrecht zur Feilenachse, was man gern der sanfteren Arbeit wegen vermeidet. Man ist deswegen, Richard Wagner in Chemnitz, wieder zur ersten Gattung zurückgegangen, gibt aber den wiederum gerippten Platten (Abb. 988) einen Knick. Dadurch kommen die Linien der Spitzen, wie es bei einer Feile sein soll, schräg zu stehen.

989. Bezugsfeile.

Eine recht praktische Art, das schärfen der Feilen zu umgehen, ist ebenfalls von Ludwig Müller in Dresden ins Leben gerufen worden. Er gibt der Feile ein für allemal einen festen Kern — ein flaches, glattes Stück Stahl mit Heft — und belegt diesen mit zwei flachen, zweiseitig gehauenen Stahlplatten (Abb. 989), welche an der Spitze und am Heft verhakt und durch drehen des letzteren angespannt werden. Ist die Fläche stumpf geworden, so wird sie zunächst umgedreht. Ist auch die zweite Seite abgenutzt, so wird das Blatt verworfen. — Diese „Bezugsfeile" hat den großen Vorteil, daß sie sehr leicht ausfällt. Allen diesen Feilen aber ist noch der Vorzug gemeinsam, daß sie aus bestem Stahl gefertigt werden können, ohne verhältnismäßig teuer zu sein, und sich namentlich für solche Verhältnisse eignen, welche die volle Unabhängigkeit von Gelegenheiten zum aufhauen wünschenswert machen. Eine Kiste voll Platten dieser Gattung Feilen enthält so viel Feilfläche, wie das vielfache Gewicht der massiven Feilen entsprechender Art.

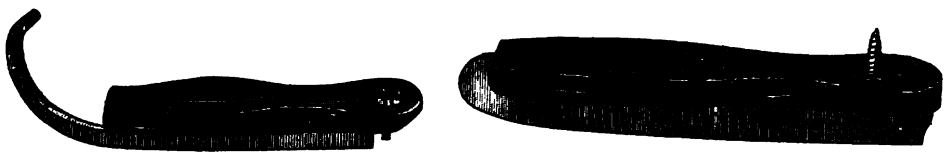
Digitized by Google

Die Herstellung des Schlittschuhes.

Was das moderne Fahrrad auf der glatten Straße, was der uralte Sky (Abb. 990) oder der Schneeschuh auf den weißen weiten Winterflächen, das ist der Schlittschuh auf dem Eise, der Flügel, den sich der Mensch anfügt, um mit dem Vogel um die Wette die Entfernungen zu kürzen. Dabei ist Schlittschuhlaufen ein uralter Sport. In der Stadtbibliothek zu Bern befindet sich ein zu einem Schlittschuh zubereiteter Pferdeknochen, unzweifelhaft aus der Zeit der Pfahlbauten.*)

990. Schneeschuh.

Der Schlittschuh besteht aus drei Hauptteilen: dem Lauf, der Sohlplatte und dem Befestigungszeug. Alle drei Teile waren bei dem alten Holzschlittschuh, den unsere Jugend kaum mehr kennt, recht einfach. Das Sohlstück war (Abb. 991 u. 992) ein einfaches, kunstlos geschnitztes Stück Holz, dem der eiserne Lauf ebenso kunstlos eingefügt wurde. Und zur Befestigung diente neben einer für die Spitze des Fußes bestimmten Schleife meist ein langer Riemen, dessen Wirkung wohl auch durch zwei kleine an der Ballenstelle aus dem Holz hervorstehende Spitzen (Abb. 992) gesichert wurde. Dazu trat eine aus dem hinteren Ende des Holzes vorspringende kräftige Spitze, deren zu einer

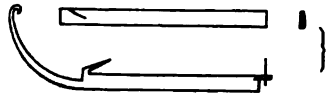


991 u. 992. Hölzerne Schlittschuhe.

Schraube verlängerter Schaft gleichzeitig (Abb. 991) den Lauf faßte und welche später selbst in eine Schraube umgewandelt wurde (Abb. 992), um in den Hacken des Stiefels eingedreht zu werden.

So einfach wie der alte Schlittschuh, so einfach war — und ist heute noch — die Herstellung desselben. Das Holz wird von dem „Hölzer"-, jetzt „Schlittschuhholzfabrikanten" geschnitzt und auf möglichst einfache Weise mit den Riemenlöchern und dem Schraubenloch versehen. Der Lauf wurde aus Stabeisen, welches im günstigen Fall einseitig verstählt worden war, ausgestreckt und in seine eigentümliche Form gebracht. Das war eine richtige Arbeit für den damaligen bergischen Kleinschmied, in der er seine traditionelle Geschicklichkeit lohnend verwerten konnte; und nirgends blühte diese Industrie so, wie in Remscheid.

993. Rohstück zum Lauf.



994. Der Lauf, alte Form.

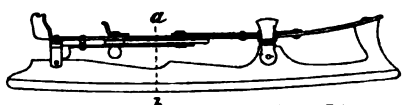
Die heutige Fabrikation des hölzernen Schlittschuhes unterscheidet sich wenig von der früheren. Doch hat sie an den Fortschritten insofern teilgenommen, als der Schmied eine bereits vorgewalzte und verstählte Stange für den Lauf zur Verfügung hat (Abb. 993 und 994), so daß die Schmiedearbeit ganz wesentlich vermindert wurde. Die aus der Zeichnung leicht zu erkennende Herstellung ist heute noch Hausindustrie; der eine macht dies, der andere jenes, aber die Zusammenstellung erfolgt in so geringen Mengen, daß der Artikel keine besondere Bedeutung mehr besitzt.

*) „Deutsche Turnerzeitung" 1898, Nr. 4.

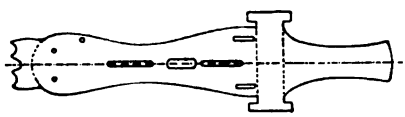
Digitized by Google

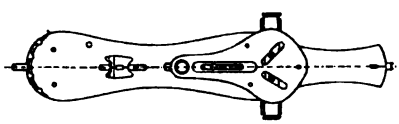
Ganz anders liegt es mit dem modernen Schlittschuh (Abb. 995). Das Holz ist hier durch die Platte ersetzt, und das Riemenzeug zum größten Teil oder auch ganz durch Mechanismen der verschiedensten und oft überaus sinnreichen Art. Der heutige Schlittschuh aber würde, nach der alten Manier gefertigt, einen so hohen Preis erhalten, daß er als ein Luxusgegenstand erster Gattung angesehen werden müßte und eine nur geringe Verbreitung haben könnte. Und wenn jemand vor 40 Jahren — was vielleicht auch der Fall gewesen sein wird — einen Mechanismus gefunden haben würde, welcher imstande war, den Riemen zu ersetzen, so würde er zunächst Mühe gehabt haben, den Mechanismus fertigzustellen, und sicher nicht imstande gewesen sein, ihn mit Vorteil zu fabrizieren; der Preis würde das gewohnte Maß allzusehr überschritten haben.

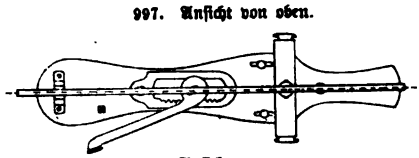
Der heutige Schlittschuh ist, wie das Fahrrad, ja eigentlich wie alle modernen Artikel, ein Kind unserer Zeit; er ist nur möglich geworden durch die enormen Fortschritte des Werkzeugmaschinenbaues und durch die dadurch geschaffene ganz wesentliche Verbilligung. Wie rapid diese Verbilligung mit den Fortschritten der Fabrikation vorangeht, ersieht man am besten aus den Preisen. Noch im Jahre 1880 kostete ein moderner Halifax — eine der



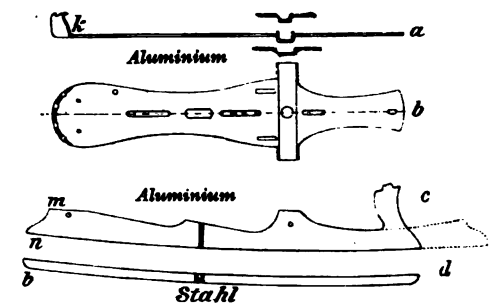
995. Seitenansicht.

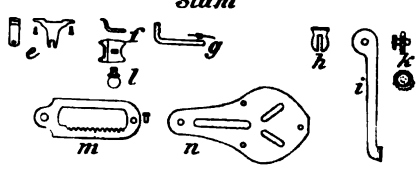

996. geschnittene Sohlplatte.


997. Ansicht von oben.


998. Ansicht von unten.

995—998. Der moderne Schlittschuh.





999. Bestandteile des Schlittschuhs.

ersten riemenlosen Konstruktionen — etwa 6.50 Mark das Paar, und heute kauft man mindestens gleichwertige Systeme zu 2 Mark. Dafür hat man heute aber auch Fabriken, welche mit den besten Maschinen ausgestattet sind und die Handarbeit fast ganz beseitigen, und außerdem infolge des niedrigen Preises einen wesentlich höheren Bedarf.

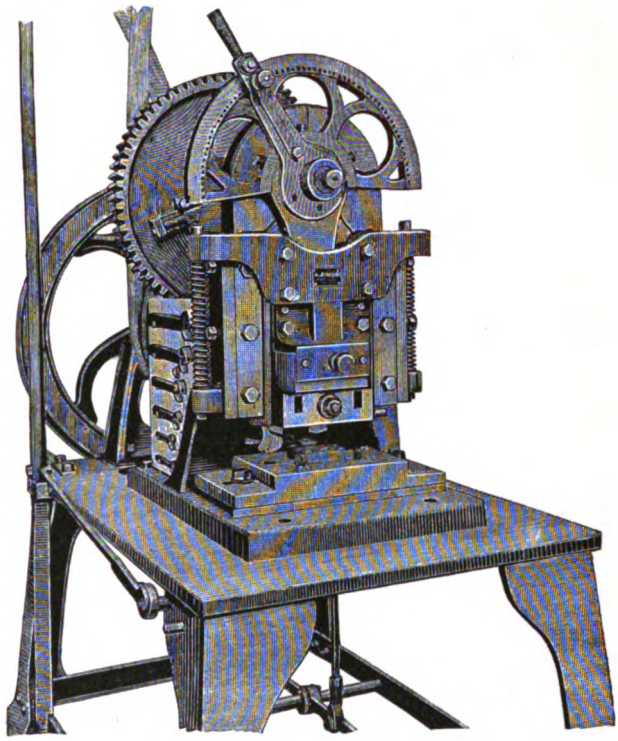
Die Fabrikation des heutigen Schlittschuhes ist, abgesehen von einzelnen Tüfteleien, welche jeder Fabrik dieser Art ihren Sonderstempel aufdrücken, mit dem gesamten Wesen der Fabrikation aber wenig zu thun haben, recht einfach. Die Teile werden sämtlich auf mechanischem Wege, durch den Schnitt oder durch schlagen, auch wohl tempern hergestellt, einzeln gepließt und poliert, bei guter Ware vernickelt oder gar damasciert und nach dem zusammenstellen meist ebenfalls mechanisch vernietet.

Die Abb. 995—998 zeigen Ansicht und Schnitt und Abb. 999 die sämtlichen Bestandteile eines unserer modernsten Schlittschuhe „Viktoria", dessen Sohlplatte aus Alumintum besteht. Sie ist in der vorderen Hälfte behufs Aufnahme der Schieber (vergl. Abb. 999 a u. b) durchgekröpft und außerdem hier sowohl, wie am Hackenende, der Kappe, bei k aufgebogen. Demzufolge haben wir es mindestens mit vier Operationen zu thun: 1. ausschneiden der vollkommen gestreckt gezeichneten Platte, wie in Abb. 996

Digitized by Google

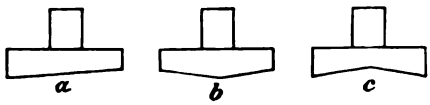
angegeben, 2) ausschneiden der Öffnungen, 3) pressen der Durchkröpfung (Abb. 997) und 4) aufbiegen der Kappe.

Das ausschneiden der Sohlplatte (Abb. 1002) erfordert eine ziemlich kräftige Presse, und dies hier, bei Aluminium — der Schlittschuh kann selbstverständlich in gleichen Dimensionen, nur etwa in geringeren Stärken aus Stahl- oder Eisenblech hergestellt werden — weniger wegen der Schnittkraft als wegen der großen Breite des Schnittes. Der Stempel wird bei solchen Schnitten stark auf biegen beansprucht und erfordert deswegen sehr kräftige Führungen. Hierzu kommt, daß man die Stempel niemals auf der ganzen Fläche mit einem Male angreifen läßt, sondern die Schneide, wie in der Abb. 1001 an einem einfachen Beispiel in dreierlei Art angegeben, schief zur Angriffsebene stellt, so daß der Schnitt nach und nach erfolgt. Eine solche Presse ist in der Abb. 1000 dargestellt. Auf der gleichen Presse, oder auch auf einer leichteren werden dann die beiden anderen Operationen vollzogen: das durchpressen der Kröpfung und das aufrichten der Kappe, wobei das einbiegen der Spitzen recht gut gleich mit erfolgen kann; sonst wird dies von Hand über einen Sattel gehämmert. Die für die Bewegung der Stifte der Platte (Abb. 997 u. 998) erforderlichen Löcher, sowie die anderen länglichen Löcher können gleich beim ersten Schnitt mit durchgepreßt werden, falls die Presse genügend stark erscheint; im anderen Falle muß noch ein Schnitt speziell für diese erfolgen.

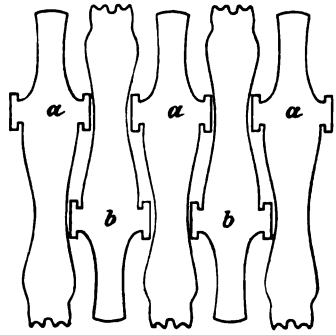


1000. Exzenterpresse von Schröder, Remscheid.

In gleicher Weise wie die Sohlplatte werden die Teile m und n der Abb. 999 aus



1001. Der Schnittstempel.



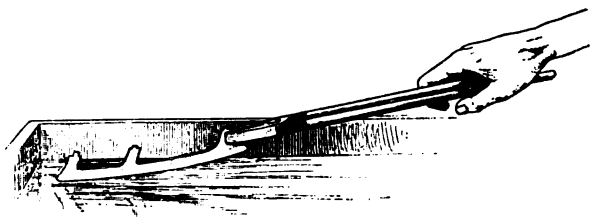
1002. Ausschneiden der Sohlplatte.

Blech geschnitten; auch der Hebel i wird auf diese Weise hergestellt — zunächst flach, und durch einen besonderen Druck gebogen. Jeder dieser Vorgänge erfordert also einen besonderen Sattel für die Presse oder, wie etwa im letzten Falle, für die Handarbeit. Das innere Hackenstück f wird erst flach geschnitten und dann in seine eigentümliche Form

Digitized by Google

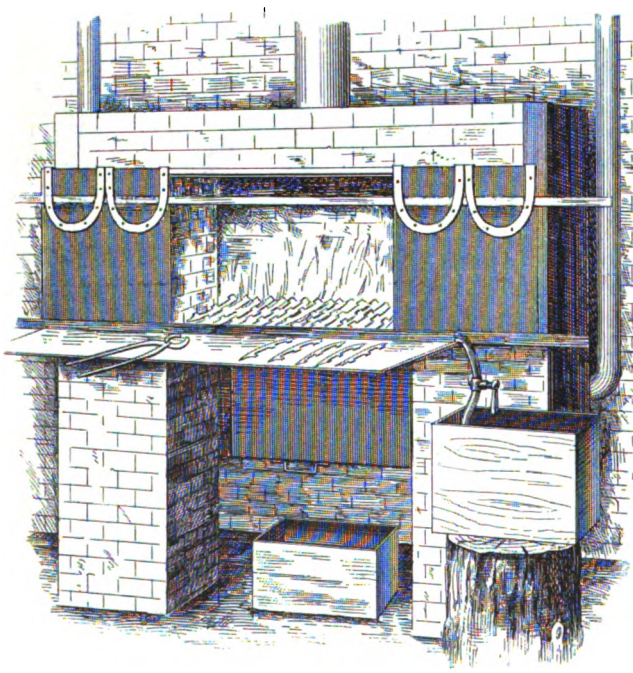
gepreßt. Bei dem Teil m werden die Löcher, Schlitze und selbst die Zähne gleich mitgeschnitten. Dagegen eignet sich der Steg e nicht zum Schnitt; er wird daher aus Temperguß gefertigt oder aus Schmiedeeisen geschlagen. Noch mehr Spielraum hat der Fabrikant bei dem Sohlenhaken g, welcher sowohl aus starkem Blech geschnitten und gebogen als auch geschlagen oder in Temperguß gebildet werden kann. Die Herstellung aus Blech würde der einzuarbeitenden Zacken wegen am wenigsten zu empfehlen sein; am besten wäre der Widerstandsfähigkeit dieser Zacken halber die Herstellung durch schlagen aus Stahl.

1003. Stahl zum Lauf.



1004. Härten des Laufs.

Es bleibt nun noch die Herstellung des Laufes zu besprechen. Derselbe hat im vorliegenden Fall nicht die allgemein übliche Form. Er besteht hier aus Aluminium und einem stählernen Schuh (Abb. 999 c und d). Der übliche Schlittschuh hat einen stählernen oder verstählten Lauf mit dem bekannten nach oben etwas verjüngten Querschnitt. Dieser Stahllauf, der, wie oben ausgeführt, früher die Hauptarbeit am Schlittschuh vorstellte, wird jetzt in der angegebenen Form, und zwar gleich verstählt, vom Walzwerk geliefert. Die Aufgabe der Schlittschuhfabrik ist es, daraus den Lauf in der erforderlichen und bei den verschiedenen Arten überaus verschiedenen Form zu gestalten. Dies geschieht wieder durch den Schnitt mit Hilfe einer schweren Presse, etwa wie in Abb. 1000 angegeben, in der in der Abb. 999 c punktiert gezeichneten Form. Das Horn wird, je nach seiner Form, unter dem Fallhammer mit Hilfe von Gesenken oder frei aus der Hand warm gestaltet.



1005. Kulaofen.

Bei dem hier dargestellten Aluminium-Schlittschuh ist der Lauf, wie bereits bemerkt, durch einen besonderen Stahlschuh (Abb. 999 d) armiert. Derselbe wird entweder aus einer Stahlstange ausgefräst oder von der Hütte bereits U-förmig gewalzt bezogen. Im letzteren Falle ist die zur Aufnahme des Aluminiumlaufes dienende Rinne ein wenig konisch gestaltet, welche unter der Presse über dem Lauf zusammengerichtet wird und so eine überaus feste Verbindung liefert. Die härteren Kanten des Stahles pressen sich in das weiche Aluminium ein.

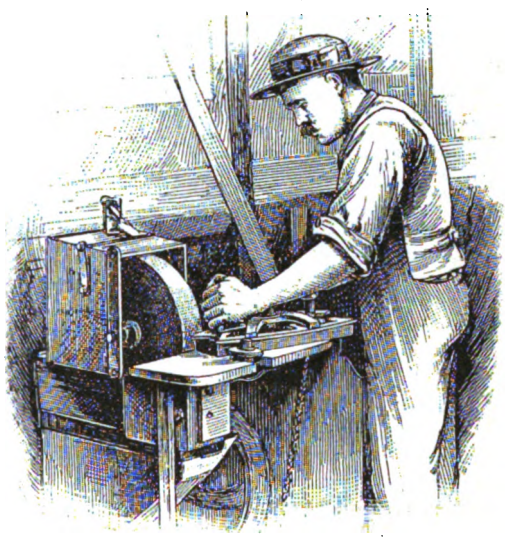
Digitized by Google

Statt des flachen, aus starkem Aluminium hergestellten Laufes hat man neuerdings auch solche mit ○-Form aus etwa 1 mm starkem Aluminiumblech gepreßt, welche in ähnlicher Weise mit einem Stahlschuh versehen werden.

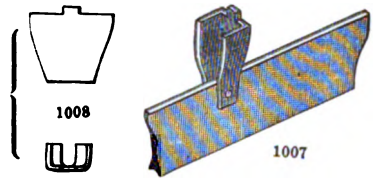
Für gewöhnlich jedoch besteht der Lauf aus einem milden Stahl, der den Schlittschuhfabrikanten gleich in der richtigen Form, konisch gewalzt, zugeht. Vielfach wird der Lauf auch verstählt, was jedoch mehr und mehr abkommt. Bei sehr guter Ware besteht das Material des Laufes aus zwei äußeren Stahlschichten, welche eine Eisenschicht einschließen, wie in Abb. 1003 angegeben.*)

Die Stahlläufe müssen vor der weiteren Verarbeitung **gehärtet** werden. Bei gewöhnlicher Ware geschieht dies einfach durch eintauchen der glühenden Stücke in Wasser. Bei besserer Ware wird der Lauf erst vorsichtig mit der Unterkante (Abb. 1004 und 1005) abgelöscht, wobei der übrige Teil sich bereits kühlt, ohne hart zu werden, und worauf dann das Ganze eingetaucht wird. Auf diese Weise wird der Lauf nur unten hart und bleibt im übrigen weich.

Je nach der gewünschten Qualität werden die einzelnen Teile vor dem zusammensetzen mit einer mehr oder weniger sorgfältig behandelten Oberfläche versehen. Die sämtlichen aus Blech oder in Temperguß hergestellten oder geschlagenen Teile werden zum mindesten gescheuert, d. h. in einem Rollfaß der gegenseitig abnutzenden Wirkung eine längere Zeit hindurch ausgesetzt. Der Lauf indessen wird stets gepließt. Das Werkzeug ist (Abb. 1006) die im Bergischen zu Tausenden vertretene Pließscheibe oder Plieststscheibe, eine aus vielen Sektoren zusammengesetzte Pappelholzscheibe, deren Umfang mit Leder überzogen ist. Dieses wieder ist mit einer Mischung von Leim und Schmirgel bestrichen und mit großer Geschwindigkeit, bis zu 1500 Umdrehungen in der Minute, umlaufend geeignet, in kurzer Zeit eine metallisch blanke Oberfläche herzustellen. Bei grober Schmiedearbeit geht dieser Scheibe wohl der Schleifstein vorher, während die erstere, je nach der Feinheit des aufgeleimten Schmirgels, eine vorzüglich saubere Oberfläche zu liefern vermag. Dieselbe wird häufig „blau" gepließt, d. h. mit der Kante der Pließscheibe so bearbeitet, daß die Pließrisse nahezu quer laufen. Hierzu dienen auch besonders gestaltete Scheiben, wie in dem Abschnitt „Reißzeuge" (Abb. 1029) dargestellt. Zum sicheren führen des Laufes wird derselbe, wie aus der Abb. 1006 ersichtlich, auf einen besonderen Rahmen gespannt.



1006. Pließen des Laufs. (Nach „The iron age".)



1007 u. 1008. Befestigung des Laufs. (Zu S. 362.)

Dem pließen und rollen folgt dann, bei der feineren Ware, das vernickeln, event. unter Anwendung des damascierens, worüber in demselben soeben angeführten Kapitel eingehend gesprochen worden ist.

*) Vergl. „The iron age", 1896.

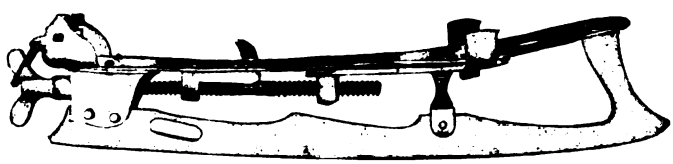
Digitized by Google

Die Vereinigung aller der verschiedenen Teile geschieht durch Vernietung, wenn eine für immer feste Verbindung hergestellt werden soll, oder durch verschrauben da, wo eine Lösung als möglich erwünscht ist. Die Abb. 1007 zeigt die Befestigung des Laufes an der Sohle mit Hilfe einer in der Abb. 1008 in der Entstehung angegebenen besonderen Kappe.

1009. Vernieten. (Nach „The iron age".)

Die Schräubchen werden in den allermeisten Fällen von Spezialfabriken geliefert, ebenso natürlich die in besonderen Fabriken zu Tausenden erzeugten Nieten. Das vernieten geschieht in den kleineren Werkstätten von Hand mit dem Hammer, in den modernen, gut eingerichteten Fabriken häufig mit Hilfe einer kleinen Presse, in der Abb. 1009 dargestellt. Die Spindel derselben besitzt an ihrer Arbeitsstelle eine dem zu fertigenden Kopf entsprechende Höhlung, und ein Fußtritt oder der dadurch eingeleitete Druck der Spindel genügt, um den gewünschten festen Schluß zu bewirken. —

Die Schlittschuhfabrikation ist für Deutschland fast nur auf Remscheid beschränkt, welches alle Welt mit dieser Ware versorgt und selbst nach Amerika liefert, obwohl von dort der mechanische Schlittschuh stammt. Es ist der Remscheider Fabrikation indessen gelungen, dem zur Zeit recht kräftigen eindringen des Fremdlings einen Damm entgegenzustellen und sich mit bestem Erfolg den vielbeliebten Artikel auch in seiner neuen Gestaltung zu sichern.



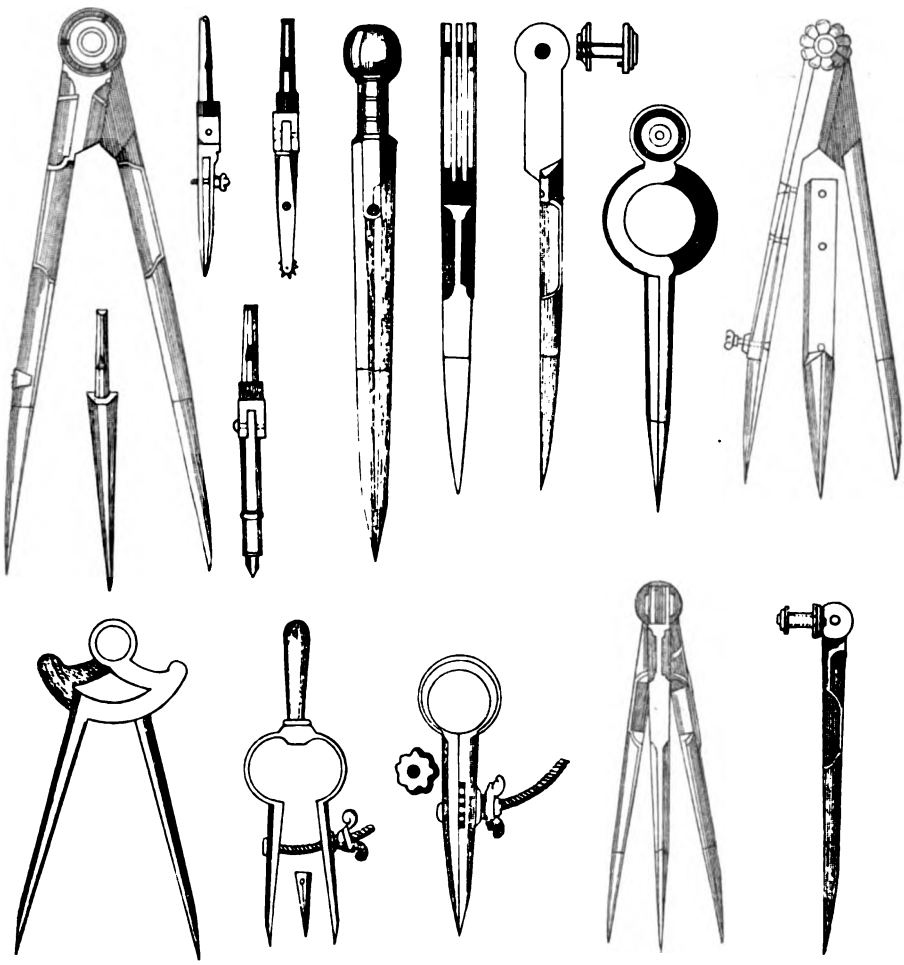
1010. Schlittschuh „Merkur".

Digitized by Google

Das Reißzeug.

„Das Zeug zum anreißen", das Handwerkszeug des Mathematikers und alten Astronomen, des gelehrten Mechanikers, wie des Baumeisters, ist wohl eine der ältesten Sammlungen seiner Werkzeuge und von dem Laien stets mit ehrwürdiger Scheu betrachtet worden.

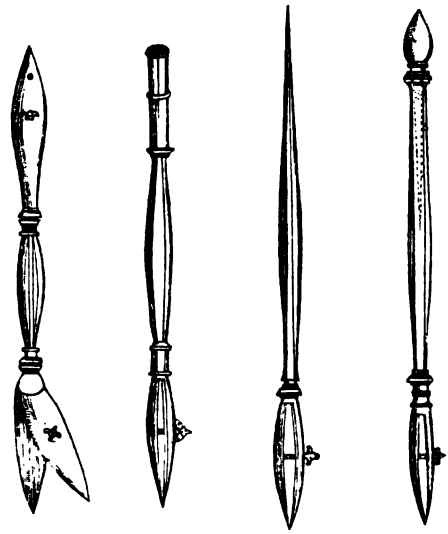
„Wir machen", sagt Leupold, der Mathematikus und Mechanikus, in seinem Theatrum pontificiale (1726), einer reichen Fundgrube für alles, was vor etwa



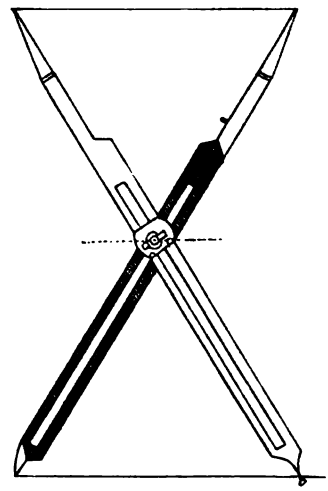
1011. Alte Zirkelformen, Ende des 17. Jahrhunderts. Nach Leupold. (Zu S. 365.)

200 Jahren auf dem Gebiete der Mechanik, der Bauwissenschaft und des Maschinenbaues bekannt war, „also billig den Anfang mit dem allervornemsten geometrischen Instrument, nemlich dem Zirkel. Es ist aber dasselbe dasjenige Werkzeug oder Mittel, dadurch so viele und mancherley Arten der Größen überschlagen, abgenommen und entworfen werden können; denn ob man schon mit diesem Instrument nichts mehr denn die Terminos, oder die Länge einer geraden Linie fassen kann, so lassen sich doch, weil die Linie nebst dem Punkt der Ursprung aller endlichen Dinge, auch dadurch die unzehligen Arten der Größe, ja die Zeit selbst füglich determinieren, und folglich ist der Zirkel mit Recht das Instrumentum Instrumentorum zu nennen."

Digitized by Google

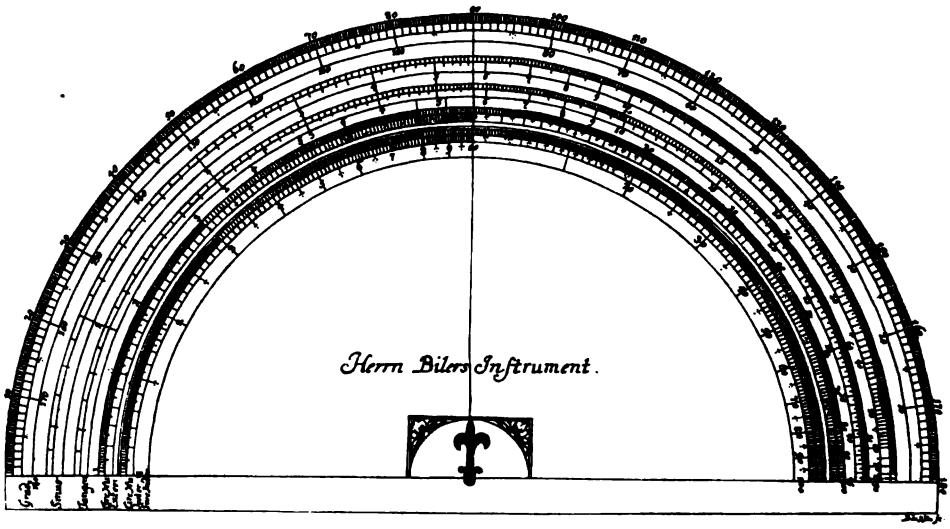


1012. Alte Formen der Reißfeder. Nach Leupold.



1013. Proportionalzirkel, Ende d. 17. Jahrh. Nach Leupold.

Und über die Entstehung sagt derselbe: „Was seinen Ursprung und dessen Erfindung anlanget, bin ich der Meinung, daß man sich anfangs an dessen statt zweier mit ihren Enden aufeinander befestigten glatten Stäbe aus harten Holze, welche an den anderen Enden zugespitzet worden, so lange bedienet, bis man wegen des Unbestandes vielleicht ein stark krummgebogenes elastisches Blech erwehlet, das an seinen gleich langen Enden ebenfalls



1014. Transporteur, Ende des 17. Jahrhunderts. Nach Leupold.

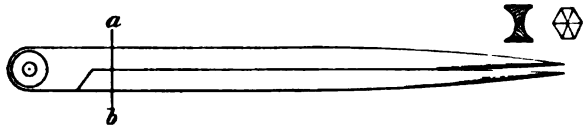
gespitzet gewesen und im übrigen durch darangesteckte Rinken oder Zwingen auf viele Fälle enge und weit gestellet werden können. Und da nun Noah bey seiner Arche und Moses bey der Hütten des Stiftes und Salomon bey seinem prächtigen Tempelbau dieses Instrumentes unmöglich entbehren können; so ist gar kein Zweifel, es werde mit Unrecht der Perdix*), welcher ein Sohn der Schwester des Dädali, vor den Erfinder angegeben."

*) Perdix wird sowohl als Schwester des Dädalus und Mutter des Talos, wie auch als Schwestersohn des Dädalus angegeben. Dieser Schwestersohn erfand die Säge und den

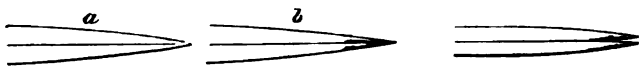
Digitized by Google

Indessen ist der von Leupold nachkonstruierte Federzirkel nicht recht wahrscheinlich. Zu einer Zeit, in der man über Blech verfügte, konnte man auch wohl lochen und nieten, hatte also nicht nötig, die Federkraft eines gebogenen Blechstückes zu benutzen, deren Grenzen nur allzu eng gesteckt sind. Immerhin ist es auffällig, daß nichts von derartigen Instrumenten aus der alten Zeit erhalten zu sein scheint. Es werden sich auch wohl nur sehr wenig Menschen damit abgegeben haben. Bauten der alten Art konnte man recht gut ohne Zirkel aufführen, und es ist wohl zu vermuten, daß der Mathematiker derjenige war, welcher den Zirkel in erster Linie benutzte. Aber der Umstand, daß keine alten Reste dieses gewiß sehr alten Instrumentes gefunden worden sind, spricht für Leupolds Vermutung, daß es ein leicht vergängliches Material gewesen sei, aus dem sich der alte Gelehrte Zirkel gefertigt; zwei oben ineinander geklemmte flache und unten zugespitzte Stücke harten Holzes können schon gute Dienste leisten.

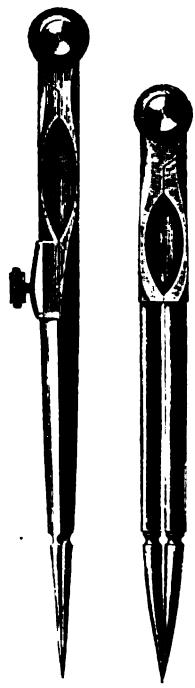
Seine Grundform hat der Zirkel seit Jahrhunderten nicht geändert. Abb. 1011 zeigt uns eine kleine Sammlung von Zirkeln etwa aus dem Ende des 17. Jahrhunderts, welche im allgemeinen noch die heutigen Formen aufweist. Auch die Reißfeder (Abb. 1012) hatte damals bereits die heutige Form, die stellenweise noch ebenso ungeschlacht erhalten geblieben ist. Ja, der Proportionalzirkel (Abb. 1013), nach Leupold um das Jahr 1600 von Justus Byrgius erfunden, hat fast genau schon die noch heute übliche Gestalt. — Eine besonders wichtige Rolle spielten damals die Maßstäbe, welche in Verbindung mit dem Zirkel vielfach zum rechnen verwendet wurden, wie auch der Transporteur, nach Leupold:



1015. Grober Schlosserzirkel.



1016. Spitzenformen. (Zu S. 367.) 1017. Runde Spitze.



1018. Trapezzirkel mit Rundspitze. 1019. Rundzirkel. (Zu S. 368.)

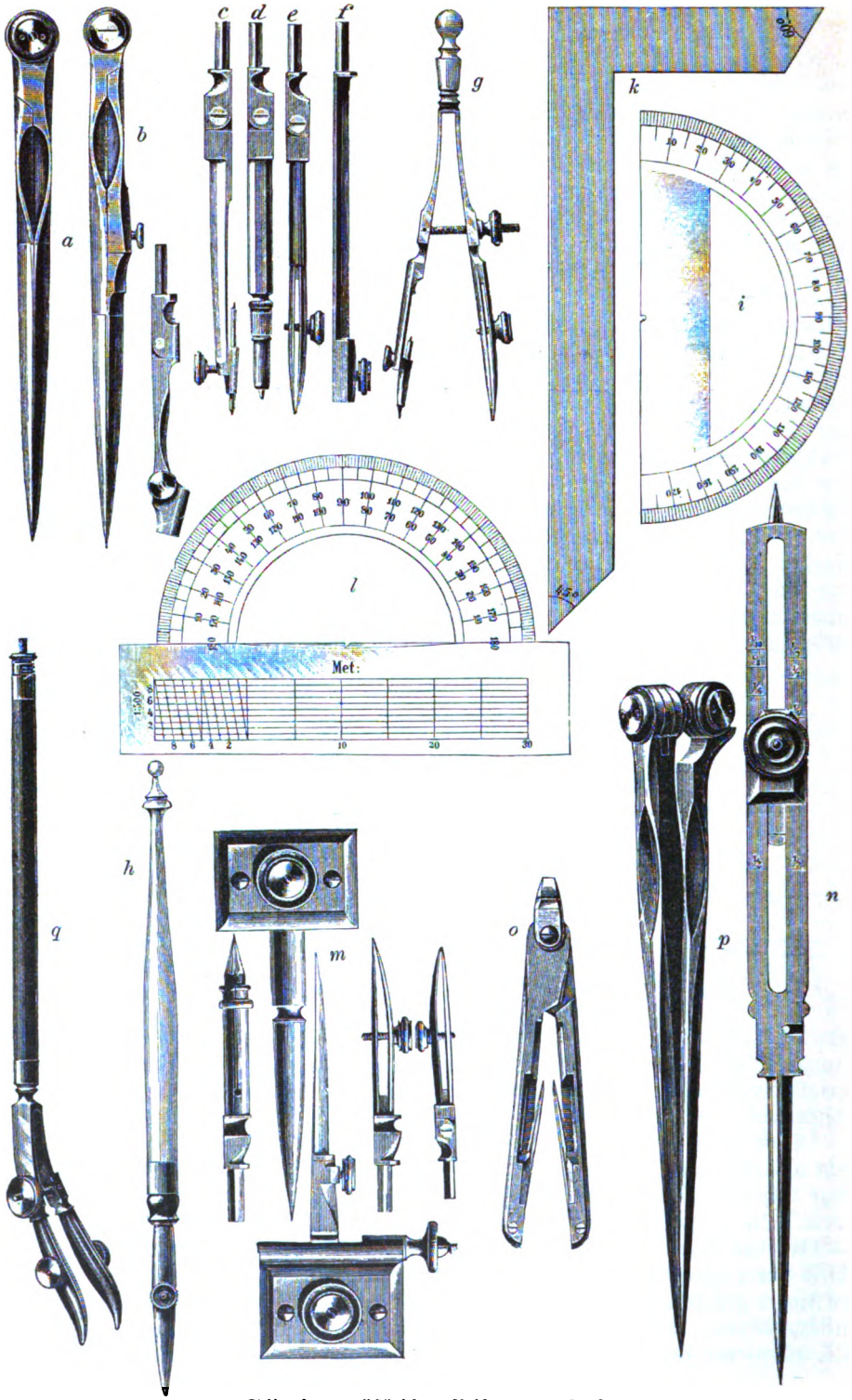
„eines der allernötigsten und nützlichsten Instrumente". Man hatte auch „geradlinige" Transporteurs, welche zum abmessen der Sehnen für gegebene Winkel dienten. Der auch damals bereits bekannte halbkreisförmige Transporteur war zuweilen ein recht vielseitiges Instrument, wie in Abb. 1014 als „Herrn Bilers Instrument" abgebildet.

Diese alten Formen haben sich in ihrer Grundlage erhalten. Sie sind recht natürlicher Art. Der grobe Zirkel des Schlossers (Abb. 1015) hat viereckige Schenkel. Der Vierkantenstab besitzt für den Schmied die bequemste Form. Die Herstellung der Rundform führt stets — wie auch beim walzen — über das Viereck. — Das öffnen des schwerfälligen Schlosserzirkels geschieht durch auseinanderziehen der Spitzen, deren Rundung das eingreifen der Finger gestattet. Leichter gehende Zirkel sucht man von dem oberen Teil der Schenkel aus zu öffnen. Dieselben erhalten dann eine Abfasung von der inneren Seite her (Ab. 1018) für den Angriff der Fingerspitzen. Hieraus ist die Grundform entstanden,

1020. Griff des Rundzirkels. (Zu S. 368.)

Zirkel und erregte dadurch die Eifersucht seines Oheims und Lehrmeisters Dädalus in dem Grade, daß er von diesem von der Akropolis herabgestürzt wurde. Die Götter verwandelten ihn dabei in ein Rebhuhn (perdix).

Digitized by Google



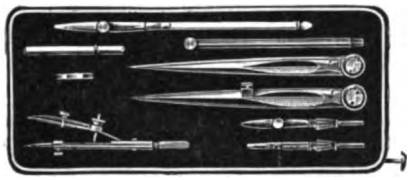
1021. **Teile eines vollständigen Reißzeuges.** (Zu S. 868.)

a) Handzirkel, b) Stellzirkel, c) Einsatzspitze, d) Bleistiftrohr, e) Reißfeder, f) Verlängerungsstange, g) Nullenzirkel, h) Handreißfeder, i) Transporteur, k) Winkel, l) Transporteur, m) Stangenzirkel, n) Proportionalzirkel, o) Einschlagzirkel, p) Dreispitzzirkel, q) Karrierreißfeder.

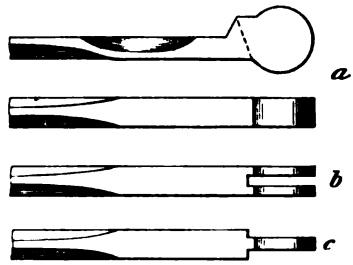
Digitized by Google

die schon die alten Instrumente dieser Art (Abb. 1011) zeigen. Wir wollen sie Trapezform nennen, dem Querschnitt der unteren Schenkel entsprechend. In der Neuzeit hat sich hierfür auch, obschon mit Unrecht, der Name „Berliner Form" eingeführt, im Gegensatz zur „Rundform" (Abb. 1019), welche sich erst seit 20 Jahren eingeführt hat.

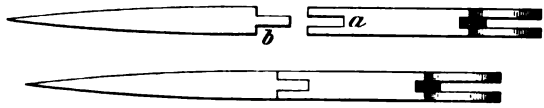
Auch diese Form läßt sich aus eventuellen Zweckmäßigkeitsgründen ableiten. — Die Spitzen der trapezförmigen Zirkel laufen mit diesem Querschnitt bis unten hin aus und haben den Übelstand, leicht große Löcher in das Papier zu bohren, wenn der Zeichner den Zirkel wiederholt um die Spitze drehen muß. Hier gibt es nun einen recht einfachen, leider in der Neuzeit wenig eingeschlagenen Weg: Der Schleifer läßt die Spitzen (Abb. 1016b) rund ablaufen, ohne dabei von der Innenfläche abzunehmen. Man



1024. Ein mittleres Reißzeug. (Zu S. 369.)



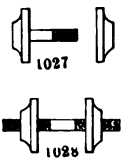
1025. Gabelstücke des Handzirkels. (Zu S. 369.)



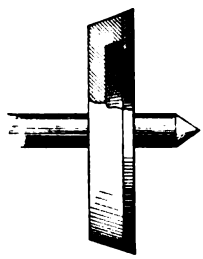
1026. Verbindung der Spitze mit dem Schenkel. (Zu S. 369.)

1022. Reißfeder, richtig. (Zu S. 369.)

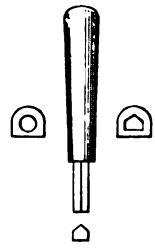
1023. Reißfeder, falsch. (Zu S. 369.)



1027. Deckscheibe und Stift. 1028. Fertige Gelenklagen. (Zu S. 370.)



1029. Schmirgelschreibe. (Zu S. 370.)



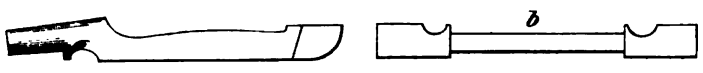
1030. Bildung der Einsatzhöhlung. (Zu S. 370.)

erhält so sehr zweckmäßige, schlanke Formen. Bei weniger guter Arbeit fällt auch etwas Material von den Innenflächen (Abb. 1017) fort. In diesem Fall sperren die Spitzen etwas, wie in dieser Abbildung übertrieben angegeben. Das ist aber nur eine kleine Unschönheit, denn der Zeichner kommt nie in die Lage, davon irgend einen Nachteil zu empfinden. Für so feine Arbeiten, bei welchen diese Sperrung, die von den wenigsten überhaupt bemerkt wird, zur Geltung gelangen könnte, braucht man eben feinere Instrumente, Einsatzspitzen und Feder- oder Haarzirkel. Leider ist diese einfache Lösung der Spitzenfrage nur wenig geübt. Sie erfordert eine feine Hand des Schleifers, und die liebe Mode und Schnörkelsucht — vielleicht zusammenhängend mit dem „Nürnberger Tand" (ein trotzdem oft recht ungerechter Ausdruck) — haben einen anderen Ausweg geschaffen. Es ist dies der Trapezzirkel mit Rundspitze (Abb. 1018); daß auch hier eine Sperrung der Spitzen nur durch sorgfältige Arbeit zu vermeiden ist, stört die Liebhaber dieser nebenbei recht unschönen Form nicht. Die Form ist aber auch unpraktisch, was allen denen sofort auffällt, welche gewohnt sind, den Zirkel nach dem Gebrauch, vor

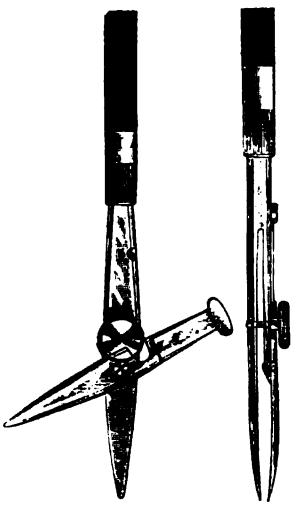
Digitized by Google

dem einlegen, stets schön mit dem im gutgehaltenen Reißzeuge liegenden Lederlappen abzuwischen.

Aus der Rundspitze läßt sich das oben bereits erwähnte Rundsystem ableiten, bei dem sich (Abb. 1019) die Rundung über den ganzen Schenkel erstreckt. Diese Form, Patent Riefler, ist vor ca. 20 Jahren in München eingeführt worden. Sie verbindet mit der wirklich runden Spitze den dabei von selbst sich einstellenden Fingereingriff am Oberschenkel, aber in einer wenig vollkommenen Weise (Abb. 1020) im Vergleich zu Abb. 1021a. Auch die unpraktische Verzierung der Spitzen ist hier neben der nur bei sehr sorgfältiger Arbeit und zweckmäßiger Krümmung vermeidlichen Sperrung derselben eingeführt worden, so daß der lieben Mode halber der Handlichkeit und unserer Meinung nach auch der Schönheit nicht unerhebliche Opfer gebracht worden sind. Für den technischen Kenner eines Gegenstandes ist stets das unschön, was sich dem Auge sofort als unpraktisch aufdrängt. Trotzdem hat sich das Rundsystem dank der sonstigen recht sorgfältigen Durcharbeitung und Ausführung weit verbreitet. Es wäre wünschenswert, daß sich dasselbe auch für das Trapezsystem geltend machte.

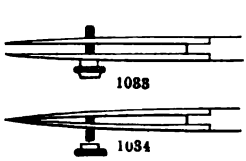


1081. Gelenke der Einsätze. (Zu S. 370.)

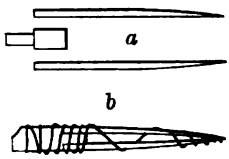

1082. Reißfeder. (Zu S. 371.)

Das Material der Zirkel ist für die Spitzen natürlich stets Stahl, für die Schenkel Messing, Neusilber oder auch, wenig zu empfehlen, vernickeltes Messing. Versilberung wird nur selten angewendet, so wenig wie die Vergoldung. Man hat jetzt Messing und Neusilber in so schönen und haltbaren Mischungen, daß man die Edelmetalle hierfür entbehren kann.

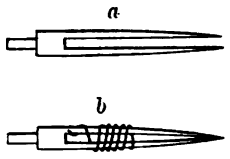
Die Teile eines Reißzeuges in der üblichen Zusammensetzung sind der Handzirkel, mit zwei festen, spitzen Schenkeln (Abb. 1021a), der Stückzirkel b, mit seinen vier Einsätzen: Spitze oder Nadelspitze c, Bleistiftrohr d, Reißfeder e und Verlängerungsstange f. Dieser Zirkel wird, wie auch der Spitzzirkel, in kleinerer Form mit Wirbelknopf, wie bei g, ausgeführt, so daß die vollständigeren Reißzeuge zwei Satz Zirkel besitzen; der Nullenzirkel g, meist als Federzirkel mit Nadelspitze ausgeführt, für ganz kleine Kreise; der Transporteur i — die Handreißfeder h, dieser, sowie der Winkel k namentlich für kleinere Schülerreißzeuge — und der Reduktionsmaßstab oft mit dem Transporteur, auch wohl mit einem Winkel vereinigt, wie in l dar-



1083. Alte Form der Reißfeder. 1084. Neue Form der Feder. (Zu S. 371.)



1085. a) Lose Teile der Reißfeder, b) zum Löten gebunden. (Zu S. 371.)



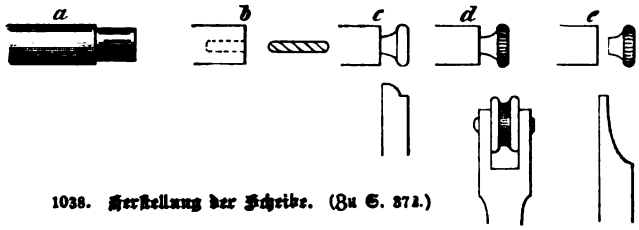
1086. a) Einstückige Reißfeder, b) zum Löten gebunden. (Zu S. 371.)

gestellt. Als besondere Werkzeuge, die meist auch in einem besonderen Etui liegen, sind noch zu nennen: der Stangenzirkel m, der Proportionalzirkel n und der Einschlagzirkel (Taschenzirkel) o. Ein seltener verwendetes Instrument ist der Bogenzirkel oder Dreispitzzirkel p, welchen wir bereits bei Leupold kennen gelernt haben.

Digitized by Google

Eine besondere Betrachtung mag noch der Reißfeder zugewendet werden. Dieselbe wird häufig in ganz unverständigen Dimensionen verabreicht. Abb. 1021h zeigt die für die allermeisten Fälle genügende Größe, welche auch recht kräftige Striche zu liefern vermag. Stärkere Striche, welche nur ausnahmsweise vorkommen, setzt man am besten aus schwächeren, nach dem jedesmaligen trocknen derselben, zusammen. Gerade

1037. Die Zusammenstellung der Stellschraube. (Zu S. 371.)



1038. Herstellung der Schreibe. (Zu S. 372.)

bei Anfängern, für welche die unzweckmäßigen großen Reißfedern meistens bestimmt sind, führen dieselben oft zu großen Unsauberkeiten. Zu welchen Auswüchsen die liebe und unkontrollierte Gewohnheit führen kann, erkennt man leicht an der Einsatzfeder (Abb. 1023). Kreise kommen doch sicher in den allermeisten Fällen nur in feinen Linien vor, und trotzdem findet man in den Reißzeugen die Einsatzreißfeder sehr oft noch größer als die Handreißfeder vor!

Abb. 1024 zeigt die Zusammenstellung eines für mittlere Techniker vollständig ausreichenden Reißzeuges, nach obigen Grundsätzen, von Gaëtano Baccani in Halle a. S.

Die Herstellung der einzelnen Teile ist recht einfacher Art und führt nur bei wenigen Stücken zu Sonderheiten. Bei dem Zirkel handelt es sich stets um je 2 Hauptstücke, den messingenen (oder neusilbernen) Oberschenkel und die stählerne Spitze. Abb. 1025 zeigt die beiden Rohstücke des Hand- und gleichzeitig des Einsatzzirkels: a das rohe, b das äußere, c das innere Gabelstück. Das erstere ist voll gegossen und wird durch die Kreissäge oder Bogensäge gegabelt; das innere Gabelstück wird, um Arbeit zu ersparen, gleich im Guß oben abgesetzt, so daß nur wenig zu feilen ist, um die Scharnierenden passend zu gestalten. Die Vorbereitung zur Aufnahme der (festen) Spitze besteht in der Herstellung eines Einschnittes a (Abb. 1026), dem einzuschiebenden Blatt der Spitze b entsprechend.

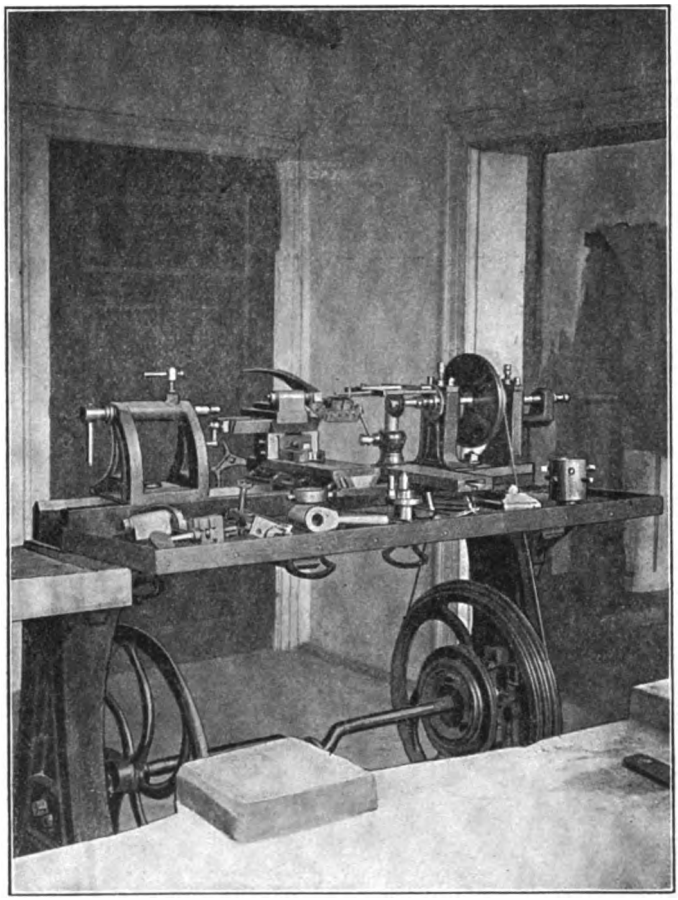
1039. Schreibendrehbank von Gaëtano Baccani in Halle a. d. Saale. (Zu S. 372.)

Die Spitze wird aus einem Stahlstab in das Gesenk geschlagen und gelangt in der entsprechenden rohen Form in die Werkstatt des Mechanikers, wo sie befeilt und mit dem bei b erkennbaren Blatt versehen wird. Beides wird dann zusammengeschoben und durch

Digitized by Google

Hartlötung vereinigt. Dann werden die Scharnierköpfe sorgfältig zusammengesetzt. In dieser Arbeit liegt der Hauptwert eines guten Zirkels, der sanfte, gleichmäßige Gang.

Zum Scharnier(Gelenk) gehört der Bolzen, der bei dem Zirkel stets noch mit zwei Deckscheiben versehen ist. Dieselben werden (Abb. 1027) von beiden Seiten auf den Stift geschraubt, der in der Mitte eine Verstärkung behalten hat, auf dem sich die Gelenkstücke bewegen. Die eine Scheibe wird dann fest gegengeschraubt und nach dem abschneiden des vorstehenden Stiftes leicht vernietet. Auch das andere Ende des Stiftes wird (Abb. 1028) von Länge geschnitten, worauf der Bolzen mit seinen Scheiben zum zusammenstellen fertig ist.



1040. Schraubendrehbank von Gaetano Parrani in Halle a. d. Saale. (Zu S. 372.)

Der in der Werkstatt sauber befeilte Zirkel gelangt dann zum schleifen. Diese Arbeit ist Sache einer besonderen Zunft. Sie erfordert eine große Geschicklichkeit, die nur durch „zunftmäßige" Übung erlangt werden kann. Das Werkzeug ist die Schmirgelscheibe. Früher, wie heute noch in der Solinger Fabrikation, aus Holz und Leder, mit Schmirgel beleimt (Abb. 1029) hergestellt, bestehen sie heute aus gepreßter Schmirgelmasse, ganz so, wie alle die modernen, in den verschiedensten Formen hergestellten künstlichen Schmirgelscheiben. Das eigenartige bei dieser Schleifarbeit ist die Benutzung der Seitenfläche der Scheibe, wie sie auch in der Schlittschuhfabrikation zum „blaupließen" stattfindet. — Vom Schleifer gelangt der Zirkel wieder zum Mechaniker, auch zum event. vernickeln, zurück.

Der Einsatz-(Stück-)Zirkel erfordert eine besondere Vorarbeit zur Aufnahme des Zapfens der Einsätze. Letztere sind entweder, wie bei dem Rundsystem, rund und erfordern dann nur die Bohrung, oder eckig. In letzterem Fall wird ein genau diesen Zapfen entsprechender Stahldorn (Abb. 1030) eingetrieben, worauf das Material durch seitliches sorgfältiges hämmern angerichtet wird. Der Dorn zieht sich danach leicht heraus.

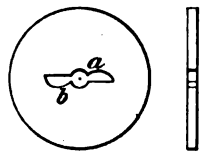
Die Herstellung des Zapfens des Einsatzes ist reine Feilarbeit und erfordert die geschickte Hand des Mechanikers.

Die Einsätze für Bleistift und Reißfeder haben Gelenke. Die Vorbereitung hierfür ergibt sich aus der Abb. 1031. Der Gelenkzapfen wird, a, durch die Feile angeblattet, und die Gabel, welche, b, gleich doppelt gegossen ist, mit Hilfe der Säge auf-

Digitized by Google

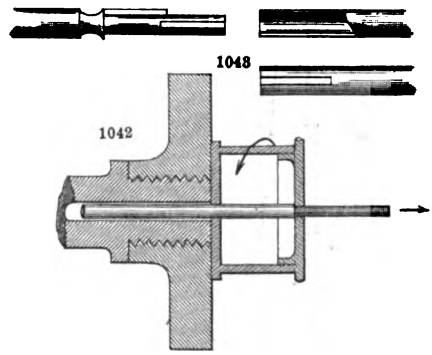
geschnitten. Diesem folgt, wie wir es bereits kennen gelernt haben, die Feil- und dann die Schleifarbeit.

Die Reißfeder kommt in zwei Formen vor. Bei der älteren Form, die für Anfänger immer noch die bessere ist, federn die Blätter (Abb. 1033) auseinander und werden beim stellen durch die Schraube zusammengezogen. Dieser Form ist, neuerdings unter Beibehaltung des Grundprinzips, eine Ableitung (Abb. 1032) zur Seite getreten, bei welcher man das eine Blatt behufs guter und leichter Reinigung zur Seite drehen kann. Dieselbe wird von Butterberg & Keller in Mittweida geführt. Die neuere, aber nur dem geübten Zeichner zu empfehlende Einrichtung besitzt Blätter (Abb. 1034), welche an sich zusammenliegen und durch die Schraube auseinandergepreßt werden. Da die Schraube hier nur sehr kurz ausfallen kann, so geht sie den Ungeübten leicht verloren. Auch sind Kinder leicht geneigt, dieselbe zu weit einzudrehen, wodurch das feine Gewinde und damit gleich die ganze Feder verdorben wird.



1041. Frässcheibe. (Zu S. 372.)

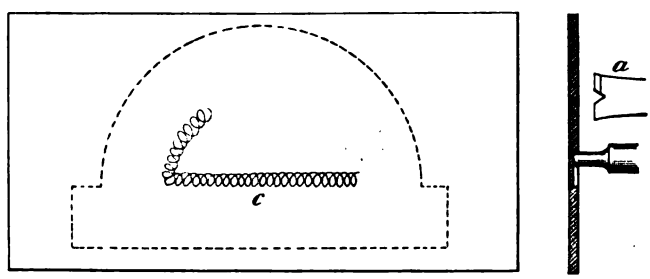
Die Reißfeder, über deren Größenverhältnisse oben bereits das erforderliche mitgeteilt worden ist, wird — abgesehen von den oben besprochenen zwei Formen — auf zweierlei Weise hergestellt: entweder aus 3 Stücken, den beiden Blättern und dem Block (Abb. 1035) oder aus einem Stück, durch einschneiden (Abb. 1036). Die erstere Art ist die ältere. Der wieder gegossene Block — entweder für die Handreißfeder mit Zäpfchen für den Handgriff, oder für die Einsatzfeder mit dem Gelenkblatt versehen — wird seitlich richtig bearbeitet, während die aus Stahlblech geschnittenen Blätter ebenfalls an dieser Stelle vorgerichtet werden, worauf alle drei Stücke sorgfältig mit feinem Bindedraht (Abb. 1035b) zusammengebunden werden. Auch die Spitzen werden gebunden, um die genaue Lage zu sichern. Hierauf wird die feste Vereinigung durch löten bewirkt. Dann folgt wieder die feine Feilarbeit des Mechanikers, wobei indessen die Spitzen der Blätter noch stumpf bleiben, das härten und die zünftige Schleiferei. Den letzten Schliff indessen, die Schärfung der Blätter, die Zurichtung der Spitze, besorgt der Mechaniker.



1042. Arbeit mit der Frässcheibe.
1043. Einsatz für das Rundsystem. (Zu S. 372.)

Die einstückige Feder braucht natürlich nicht gelötet zu werden und erfordert daher weniger Arbeit.

Die Härtung findet bei beiden Gattungen nur vorn statt. Bei der zusammengesetzten Feder verbietet die Lötung das härten des hinteren Teiles, während die aus dem Vollen gearbeitete Feder der erforderlichen Federkraft wegen nicht ganz hart sein darf. Die Reißfeder der oben besprochenen neuen Art wird vor dem härten von hinten her zusammengebogen (Abb. 1036b), damit sie mit der erforderlichen nach innen gerichteten Federung stehen bleibt.



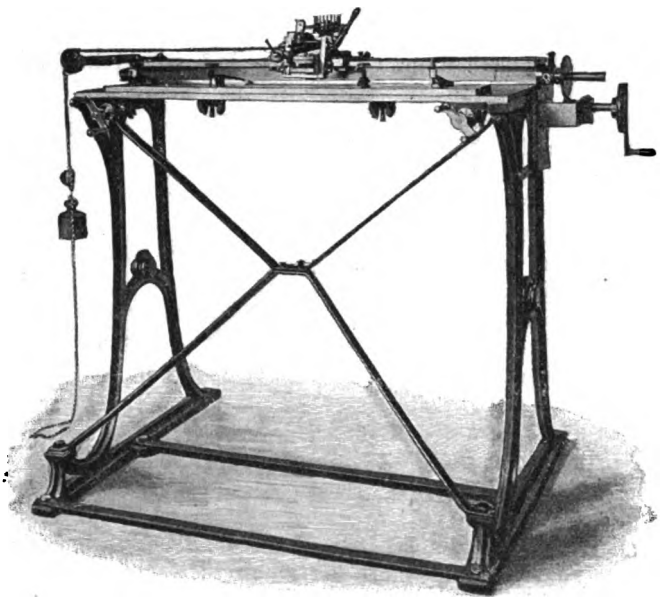
1044. Arbeiten am Transporteur. (Zu S. 373.)

Die Stellschraube (Abb. 1037) wird aus dem Stift und der Scheibe zusammengesetzt. Erstere wird hinten schlank konisch angefeilt und in das konisch aufgeriebene Loch

Digitized by Google

der Scheibe fest eingetrieben, womit sogar ohne weitere Vernietung die endgültige sichere Befestigung bewerkstelligt ist. Das vorstehende Ende des Stiftchens wird dann sauber abgefeilt und am anderen Ende gerundet.

Das Scheibchen wird, wie auch die Scharnierscheiben, auf der Revolverdrehbank aus dem vollen Stab abgestochen: abrichten, bohren, façondrehen, rändeln und abstechen (Abb. 1038 a—e) sind die fünf schnell aufeinanderfolgenden Arbeiten, welche von den dazu vorgerichteten und genau eingestellten an der Revolverscheibe befestigten Stählen mit erstaunlicher Sicherheit und Genauigkeit ausgeführt werden. Das rändeln geschieht (Abb. 1038d) mit Hilfe einer kräftig gegengedrückten gravierten Rolle. — In ganz ähnlicher Weise findet das drehen der kleinen Schrauben statt. Auch hier ist es der Revolveraufsatz, dessen wechselnde Werkzeuge nacheinander gerade drehen, ansetzen, Gewinde schneiden und abstechen. Abb. 1040 zeigt eine solche Bank aus der Werkstatt von Gaëtano Baccani in Halle a. S. — Die in der Handhabung weniger bequeme Rundform gestaltet sich für die Fabrikation etwas leichter. Es entfällt ein großer Teil der Feilarbeit. Sämtliche Stabformen sind cylindrisch und werden mechanisch hergestellt. Hierzu dient ein in der Metallarbeit seltenes Werkzeug, eine Art Fräser, den wir Ringfräser (Abb. 1042) nennen wollen.



1045. Teilmaschine.

Die übliche Dreharbeit schlanker Körper findet zwischen den Spitzen statt, setzt also zunächst freie Enden voraus. Ferner greift der Drehstahl gewöhnlich einseitig an und beansprucht das Arbeitsstück auf Biegung. Beides wird durch den Ringfräser vermieden. Das Drehstück braucht nur mit dem einen Ende befestigt zu sein — fest am Reitstock oder drehbar an der Drehbankspindel — und das Drehstück wird gleichzeitig von zwei Seiten her angegriffen, unterliegt also keiner Beanspruchung auf Biegung. Das Werkzeug besteht aus diesem Grunde aus einer Stahlscheibe (Abb. 1041), welche mit einem genau dem herzustellenden Durchmesser entsprechenden Loche versehen ist. Um diesem Loche Schneiden zu geben, werden an zwei oder mehreren Stellen, seitlich von demselben, längliche Öffnungen hergestellt, die in dieses Loch auslaufen und an der Auslaufstelle Schneiden, a u. b, ergeben. Diese Stahlscheibe sitzt in einer ringförmigen Hülse (Abb. 1042), welche auf der anderen Seite eine zweite, als Brille wirkende Scheibe enthält, deren Loch dem Durchmesser des Rohstabes entspricht. Wird nun diese Hülse an die Planscheibe einer Drehbank, welche mit einer festen Spindel versehen ist, so gesetzt, daß die Brillenscheibe dem Spindelkopf zugekehrt ist, dann kann der Rohstab zunächst durch die Brillenscheibe gesteckt und dann auch, etwas angespitzt, durch die Schneidscheibe geführt und dort von einer Klemme erfaßt werden, welche am Support befestigt ist. Dieser wird durch die Transportscheibe langsam abgezogen, während der „Fräser" schnell umläuft und so eine schön gleichmäßig cylindrische Oberfläche herstellt.

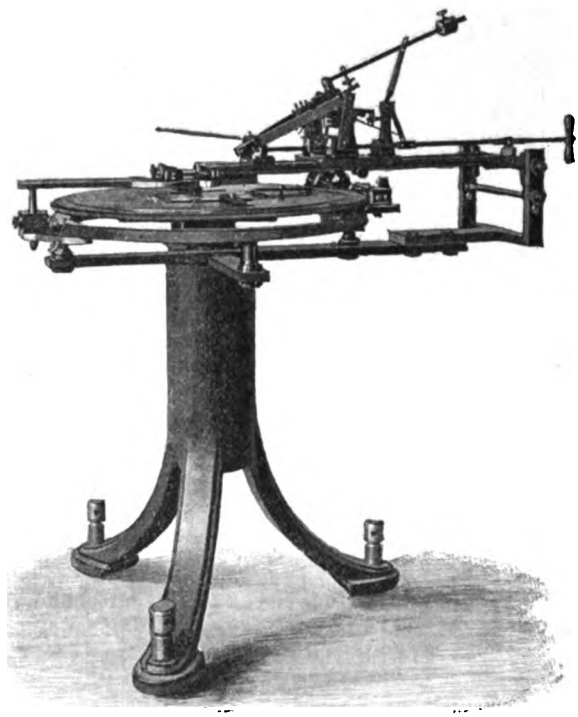
Die übrigen Arbeiten sind den bei der Trapezform besprochenen Arbeiten entsprechend. Nur die Einsätze erfordern noch eine kurze Betrachtung. Sie sind, dem System gemäß,

Digitized by Google

cylindrisch. Der Zapfen wird also nur gedreht und geht sofort in das gebohrte Loch des Zirkelschenkels. Um aber die Stellung zu sichern, was sich bei dem trapezförmigen Zapfen von selbst macht, erhält der Zapfen (Abb. 1043) eine Blattzunge, welche in einen entsprechenden Einschnitt der Hülse am Schenkel greift und so die erforderliche Sicherung gegen Drehung gewährleistet.

Die soeben geschilderten Arbeiten wiederholen sich ohne wesentliche Änderungen bei allen metallenen Teilen der Reißzeuge und ähnlicher Instrumente, wie beim Dreispitzzirkel (Abb. 1021 p) — zum Übertragen von Bogenteilen dienend — dem Proportionalzirkel (Abb. 1021 n), der Maschinenreißfeder (Karrierfeder Abb. 1021 q) u. s. w.

Der Transporteur wurde früher nur und wird jetzt noch vielfach aus Messingblech hergestellt und erfordert hierzu die Herstellung jener charakteristischen halbkreisförmigen Ausnehmung. Dieselbe wird gefräst. Das Werkzeug ist ein bohrartiger Fräserstift, in Abb. 1044 a vergrößert gezeichnet, welcher, nach Art der Langlochbohrmaschine, eine Nut ausarbeitet, indem das Arbeitsstück, hier die Blechplatte, während seiner eigentlichen bohrenden Arbeit sich seitlich verschiebt. Schreitet letzteres geradlinig fort, so gibt es eine gerade Nut, bei genügender Tiefe eine geradlinige Trennung. Um den Halbkreis auszuschneiden, muß die Platte um den Mittelpunkt des Kreises (Abb. 1044 c) geschwenkt werden. Bei großen Massenlieferungen wäre das ausstanzen vorteilhafter. Indessen erfordert hierbei jede andere Form eine neue Stanze, während bei dem beschriebenen Verfahren von demselben Apparat eine beliebige Zahl Formen hergestellt werden kann.



1046. Kreisteilmaschine, Gaetano Paccani.

Transporteur, Maßstäbe und Proportionalzirkel müssen geteilt werden. Der Mechaniker verwendet hierzu eine Teilmaschine (Abb. 1045). Die Hauptteile einer solchen sind ein kippbarer Stahlhalter, der nach jedem Riß (Strich) aufgehoben werden muß; der denselben tragende Schlitten, welcher nach jedem Strich um die Entfernung zweier Teilstriche verschoben wird, und der Vorschub-Mechanismus. Letzterer ist entweder nur ein solcher und dient lediglich zum verschieben des Supports und zum feinen einstellen desselben auf Grund einer Marke und eines auf dem Tisch der Maschine befindlichen sehr feinen Maßstabes, oder er ist selbstthätig wirkend eingerichtet. Im letzteren Falle hat der Arbeiter — wie bei den Räderfräsmaschinen und ähnlichen Werkzeugmaschinen des Maschinenbaues — nur eine Kurbel um einen gewissen durch einen Schnäpper fixierten Teil der vollen Umdrehung zu drehen, um den Support und damit den Ritzstahl um das gewünschte Maß zu verschieben. Die Strichlänge wird durch entsprechende Anschläge normiert. — Ganz ähnlich sind die Kreisteilmaschinen (Abb. 1046) eingerichtet, bei denen naturgemäß ein runder Tisch die Grundlage bildet, an dessen Kante sich der Support entlangschiebt.

Digitized by Google

1047. Laufradbahn 1811. Nach einem gleichzeitigen Aquarell.

Das Fahrrad.

Das Fahrrad vertritt eine bis zur neuesten Zeit fast unbekannte Gruppe der Fahrzeuge und ist, im weitesten Sinne genommen, ein vom Fahrenden getriebenes Rollfahrzeug. Diese Gruppe beginnt mit dem Kunstwagen des Mittelalters und erstreckt sich bis zum Automobil der Neuzeit. Letzteres gehört seiner Bauart nach zu den Fahrrädern und der Antriebsart nach zu den Lokomotiven.

Die älteste Notiz über ein derartiges Fahrzeug scheint die des Pirnaer Dominikanermönches Johann Lindner zu sein*), welcher eine Menge geschichtlicher Notizen gesammelt hat. Eine derselben lautet: „1505 unterstand sich ein Bürger zu Pirna, einen Wagen mit Schrauben anzurichten, um damit ohne Pferde zu fahren, blieb aber im Kote stecken, nicht ferne von der Stadt. Auf der Ebene hätte er es eine gute Weile mögen enden." Wahrscheinlich handelt es sich hier um eine mit Hilfe von Kurbeln gedrehte Welle mit Schraube ohne Ende, welche mit den Rädern in Verbindung gesetzt worden war.

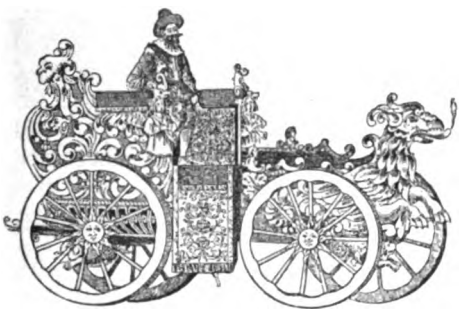
1048. Rennwolf.

Die Fahrräder zerfallen je nach der Anzahl der Räder in Vier-, Drei-, Zwei- und Einräder. Das älteste Fahrzeug dieser Art hatte vier Räder und führte den Namen Kunstwagen.

*) Als geschichtliche Quellen sind außerdem anzuführen, die eingehende Abhandlung von Dr. Karl Biesendahl im „Radsport", Stuttgart; Wäntig Haugk: „Kurze Chronik der Reichsdeutschen Radfahrervereinigungen", Neuwied und Leipzig, Heusers Verlag; Kathiau: „Freiherr Karl Friedrich Drais von Sauerbronn", Karlsruhe, Macklotsche Druckerei, sowie Wilhelm Wolf: „Fahrrad und Radfahrer", Leipzig, Otto Spamer. Eine sehr beachtenswerte geschichtliche Zusammenstellung bringt die illustrierte Preisliste der Fahrradwerke Brennabor, Brandenburg a. H.

Digitized by Google

Ein solcher (Abb. 1049) wurde zuerst im Jahre 1649 von Hans Hantsch in Nürnberg vorgeführt und später von dem Prinzen Karl Gustav in Stockholm gekauft. In der Nürnberger Chronik heißt es: „Und geht solcher Wagen in einer Stund 2000 Schritt, man kan still halten, wenn man wil, man kan fort fahren, wenn man wil, und ist doch alles von uhrwerk gemacht." — Diese Geschwindigkeit ist eine außerordentlich geringe, entspricht aber einerseits ganz leidlich dem Gebrauch bei feierlichen Umzügen und anderseits der Betriebskraft mitfahrender und drehender Arbeiter, die sich jedenfalls im hinteren Aufbau befanden. Das Ziel aber, ganz mit eigener Kraft zu fahren,

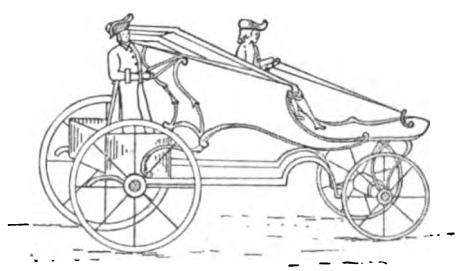


1049. Kunstwagen von Hans Hantsch in Nürnberg 1649.
Nach einem gleichzeitigen Stiche.

1050. Kunstwagen mit Handbetrieb von Stephan Farsler in Altdorf bei Nürnberg.
Mitte des 17. Jahrhunderts.

erreichte erst der 1633 geborene Nürnberger Stephan Farsler. Derselbe war gelähmt und fuhr (Abb. 1050) mit Selbstbetrieb zur Kirche. Farsler hatte schon vorher einen Kunstwagen mit drei Rädern gebaut und scheint diesen Industriezweig noch weiter verfolgt zu haben, denn es besteht eine Abbildung eines von Farsler gebauten, wesentlich kostbareren Gefährtes, welches ebenfalls mit Handkurbeln getrieben wurde.

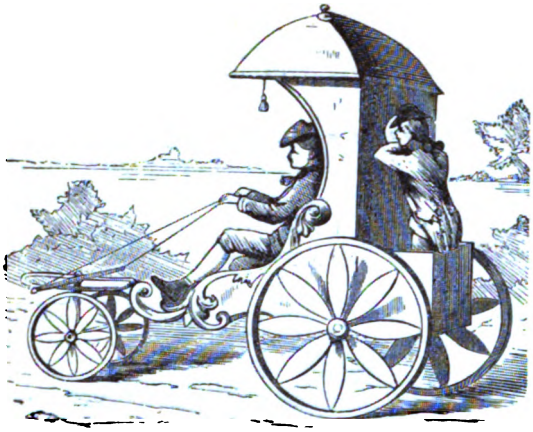
Den von Farsler eingeschlagenen Weg verfolgte — vielleicht auf Grund selbständiger Gedanken — zunächst der französische Arzt M. Richard zu La Rochelle, welcher 1693 einen vierrädrigen Wagen mit Trittkurbeln trieb. Auch in Italien (Genua, Padua und Bologna) sollen zu jener Zeit Wagen dieser Art im Betrieb gewesen sein. Und in England traten erst 1761 Ovendon (Abb. 1051) und 1769 John Ververs mit einem „Reisewagen" (Abb. 1052) auf, der sich indessen auf das Gefährt des Franzosen Richard zurückführen läßt, welcher Zeichnungen an englische Fabrikanten gesandt haben soll. Nach allem diesen ist man wohl berechtigt, die Erfindung des Selbstfahrens als eine deutsche zu bezeichnen.



1051. Ovendons Maschine 1761.

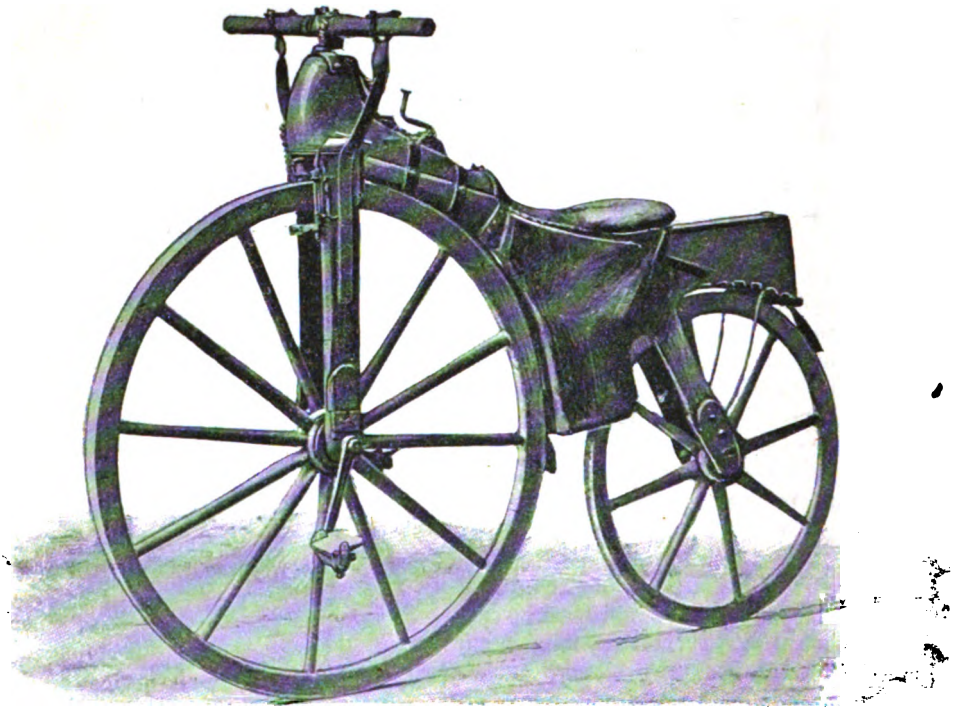
Dem vierrädrigen Kunstwagen folgte in seiner weiteren Ausbildung merkwürdigerweise nicht das Dreirad, sondern das Zweirad, und es hat lange Zeit gedauert, bis dieser Anfang einer neuen Reihe gemacht wurde. Es ist dies die dem Rennwolf (Abb. 1048) entsprechende Laufmaschine des Freiherrn Karl von Drais (Abb. 1053). Derselbe, fürstlicher Forstmeister zu Karlsruhe, führte im Jahre 1815 — so lange mußte die Frage ruhen — auf dem Wiener Kongreß ein steuerloses zweirädriges Fahrzeug vor, welches durch den rittlings darüber befindlichen Fahrer in kräftigem Lauf angetrieben wurde, worauf sich derselbe eine Zeitlang auf das Vehikel setzen und sich durch die lebendige Kraft, welche er demselben erteilt hatte, forttragen lassen konnte. Diese Ehre, der Erfinder des Laufrades zu sein, kostete ihn den Forstmeistertitel. Doch erteilte ihm

Digitized by Google

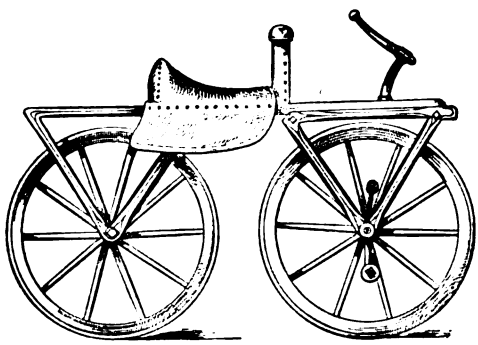


1052. Englischer Kunstwagen von Perreaux. (Zu S. 875.)

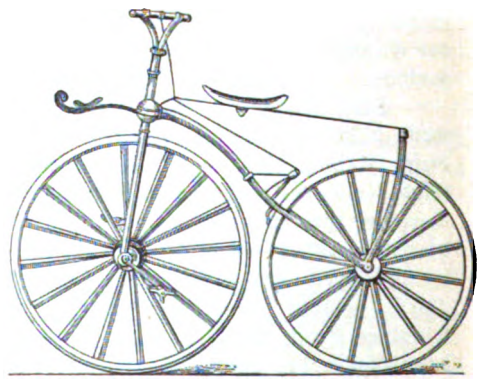
1053. Laufrad des Herrn von Drais, 1815.



1054. Zweirad von Philipp Moritz Fischer (etwa 1850).



1055. Laufrad von Baader mit Tretkurbeln (1862).



1056. Knochenschüttler.

Digitized by Google

später der Großherzog die Würde eines Professors der Mechanik und bewilligte ihm ein Patent auf seine Erfindung für 10 Jahre.

Drais, offenbar ein talentvoller und eifriger Mechaniker, ging indessen wieder vom Zweirad ab und auf das Vierrad zurück. Er setzte dasselbe auf die inzwischen erstandenen Eisenbahnschienen und gelangte so zu einem mit Kurbeln getriebenen Wagen, der bekannten und noch heute vielfach benutzten Draisine. Das Wort muß also eigentlich deutsch ausgesprochen werden.

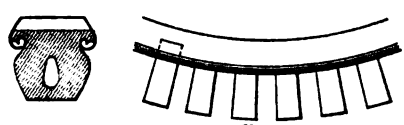
1057. Hochrad (etwa 1885) System National. (Zu S. 378.)

Inzwischen erschien auch das Dreirad, indem der jetzt noch in Jülich lebende Mechaniker Franz Kurtz im Jahre 1840 ein solches mit Fußhebeln getriebenes Fahrzeug am Rheine vorführte und damit großes Aufsehen erregte.

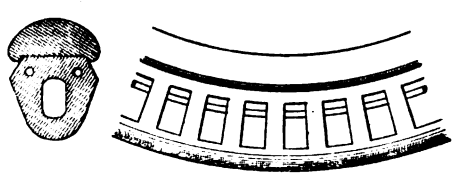
Inzwischen brach sich auch das von Drais verlassene Zweirad Bahn. Dasselbe hatte sich für gute Wege als recht nützlich erwiesen und bereits (Abb. 1047) zu einem munteren Sport geführt. Man kannte bereits im Jahre 1811 Fahrradbahnen, auf denen man lernte, sich den Fährlichkeiten dieser Fortbewegungsart auszusetzen. — Es ist eigenartig, daß der nun erforderliche Schritt bis zum eigentlichen Fahrrad noch so lange Zeit brauchte. Es war Philipp Moritz Fischer, der ihn that.

Derselbe, im Jahre 1812 geboren, in Oberndorf wohnhaft, besuchte die Schule in dem $^3/_4$ Stunde entfernt gelegenen Schweinfurt und benutzte dazu das Laufrad, dessen Eigenschaften er auf diese Weise gründlich kennen zu lernen Gelegenheit hatte. In den Jahren 1850—1855 versah er das Rad mit Trittkurbeln und stellte so das erste Fahrrad dar.*) Dasselbe, in der Abb. 1054 dargestellt, befindet sich noch heute in dem Museum zu Schweinfurt.

Auf Fischer folgte Baader, Oberbergrat in München, welcher sein aus dem Anfang dieses Jahrhunderts stammendes Laufrad im Jahre 1862 mit Trittkurbeln versah (Abb. 1055), und diesem Michaux, welcher im Jahre 1867 mit einem solchen Fahrzeug auftrat.



1058. Kompensationsreifen. (Zu S. 380.)



1059. Kompensationsreifen. (Zu S. 380.)

Wie aus den Abbildungen zu erkennen, waren diese Räder wohl geeignet, auf guten Wegen als Förderungsmittel zu dienen; aber der Mangel der Federung und der ganze noch unvollkommene Bau trugen wenig dazu bei, ihm Freunde zu erwerben. Zunächst brachte man daher Federkraft in den Sattel, indem man denselben (Abb. 1056) auf Federn setzte. In dieser Form kam es vor etwa 30—35 Jahren von Paris nach Amerika, wo es sich den Namen Boneshaker, Knochenschüttler, erwarb. Nun aber wurde es mit Gummireifen versehen und von W. A. Cowper auf andere Räder gesetzt. Die hölzernen Stützspeichen wurden durch Hängespeichen aus Draht ersetzt, wodurch das Rad eine ganz wesentlich größere Leichtigkeit erhielt. Gleichzeitig vergrößerte man, um die

*) Diese Notiz verdanke ich den persönlichen Mitteilungen des Sohnes, Herrn Friedrich Fischer, Gründer der ersten deutschen Kugelfabrik zu Schweinfurt. — Der Ref.

Digitized by Google

Wirkung der Kurbeln zu verstärken, das vordere Rad, setzte Kugellager ein und schuf so das bekannte Hochrad (Abb. 1057), als welches es sich zunächst in England und dann auch in Deutschland u. s. w. verhältnismäßig schnell einbürgerte. Der Bann war nun gebrochen, und es begann in den drei genannten Ländern eine regelrechte Fabrikation.

1060. Rad mit Temmels Kompensationsreifen. (Zu S. 380.)

Aber auch dies Rad war noch dem Sport überwiesen, denn das fahren auf einem Hochrad erfordert die Gewandtheit der Jugend, sogar eine besondere Veranlagung. Man ging daher wieder zu dem Rad mit zwei annähernd gleichen, kleineren Rädern zurück, bei welchem der Fahrende leicht den Boden gewinnen konnte, fügte die bekannte Kettenübersetzung ein und nannte dies Sicherheits- oder Niederrad. Aber auch das hätte ihm nicht zu dem Siegeslauf verholfen, welchen es nunmehr in unseren Tagen antrat. Es hatte immer noch zuviel vom Knochenschüttler; es fehlte noch die sogenannte Pneumatik.

Mit Luft gefüllte Gummischläuche zum bekleiden der Radfelgen waren freilich schon länger in Gebrauch gewesen. Denn bereits im Jahre 1846 versah der englische Ingenieur R. W. Thomson die Räder seines Wagens mit einem hohlen Ring aus Kautschuk, überzogen mit Leder. Nach einer Mitteilung von Richard Lüders in Görlitz machte er dann am 17. März 1847 in Regentpark, London, mit einem Wagen von $1^1/_2$ Zentner Gewicht Versuche, welche auf gutem Wege eine Ersparnis von 38 %, auf schlechtem sogar eine solche von 68 % gegenüber den gewöhnlichen Rädern ergab.

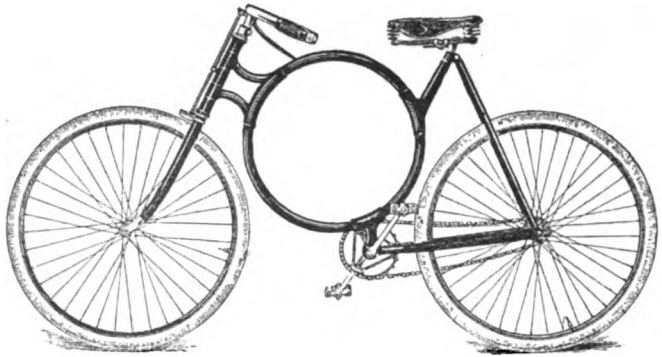
Indessen geriet dies in Vergessenheit, bis vor wenigen Jahren ein Dubliner Tierarzt Namens Dunlop*) die Räder des Fahrrades seines $12^1/_2$jährigen Sohnes mit einem luftgefüllten Gummischlauch versah, den er durch umwinden von Leinwandstreifen mit der Felge verband. Auf das Ganze wurde ein in der Mitte verdickter Streifen aus Paragummi geklebt.

1061. Rover 1884. (Zu S. 381.)
Nach einer Photogr. (Journal of the U. St. Artillery 1896, S. 236.)

Der Knabe fuhr mit dem so ausgestatteten Rad längere Zeit, ohne daß die Verbesserung Beachtung fand, bis ein englischer Rennfahrer durch den dem Auge ungewohnten, unförmigen Reifen, sowie namentlich durch die Leichtigkeit, mit der der Knabe das Pflaster befuhr, auf den bedeutsamen Fortschritt aufmerksam wurde und vor allem den Erfinder selbst aufmerksam machte. So verschaffte sich Dunlop noch rechtzeitig den Patentschutz. Nunmehr verbreitete sich der pneumatische Gummireifen schnell in alle Welt, namentlich durch Vermittelung der französischen Firma Humbert,

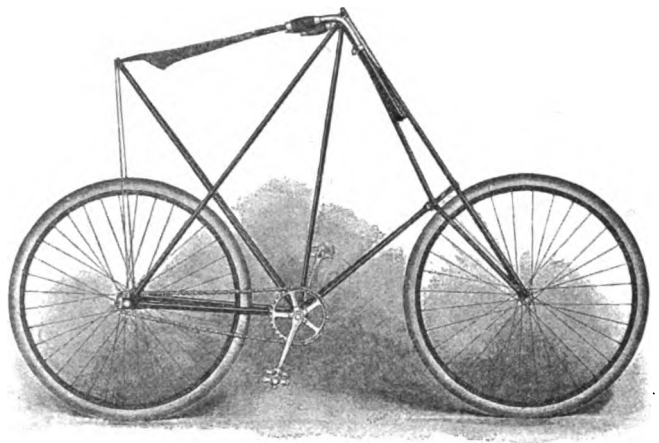
*) Nach einer persönlichen Mitteilung des Herrn Ingenieur Lehmann, Direktor der Fahrradfabrik Freya in München.

Digitized by Google

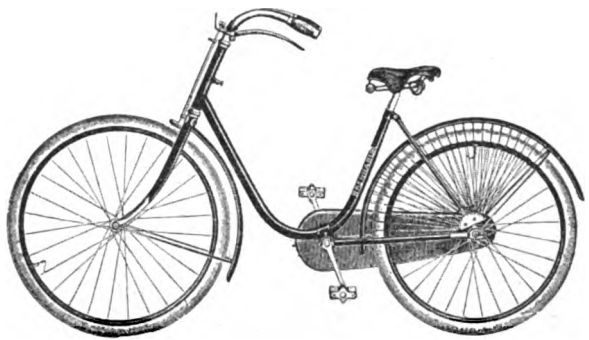


1062. **Fahrrad der Circle Cycle Co. in New York.** (Zu S. 381.)

1064. **Damenrad mit verstärktem Rahmen.** (Zu S. 381.)



1063. **Petersen-Niederrad.** (Zu S. 381.)



1065. **Damenrad mit verstärktem Rohr.** (Zu S. 381.)

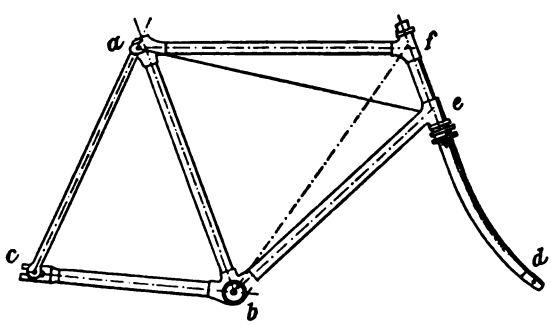
Digitized by Google

Clement & Gladiator, deren thätiger Gründer, Clement, in Frankreich zuerst die Fabrikation des Fahrrades — Clement & Co. — in die Hand genommen hatte.

Der Gummischlauch — Pneumatik genannt — hat längst eine feste Gestaltung angenommen und besteht, wie aus der näher zu besprechenden Abb. 1133 zu ersehen, aus einem ringförmigen, in sich geschlossenen und mit einer Ventilverschraubung versehenen Schlauch aus elastischem Gummi und einer in den Rand der Felge einzuklemmenden Hülle aus vulkanisiertem Gummi.

1066. Modernes Straßenrennrad der Brennaborwerke in Brandenburg a. H.

Es sind verschiedene Wege eingeschlagen worden, das elastische Kissen, welches man dem Fahrradreifen anbilden muß, einfacher und billiger zu gestalten. Man hat, wie aus der genannten Abbildung (c) zu ersehen, den zuerst massiven Gummiring mit einer Höhlung versehen und auch Moosgummi (d) angefügt, welcher wesentlich weicher als der gewöhnliche Gummi ist. Man hat diese Masse sogar auf den ganzen Querschnitt (e) ausgedehnt, aber nicht die Elastizität des Luftkissens ganz erreichen können. — Neuerdings hat Temmel sogenannte Kompensationsreifen eingeführt, welche (Abb. 1058) aus einem kräftigen flachen Ring bestehen, auf welchen gelochte Gummiklötze gesetzt sind. Für größere Anforderungen werden diese Klötze (Abb. 1059) durch einen aufgelegten Streifen verbunden. Die Zwischenräume bleiben entweder frei — sie setzen sich vermöge der steten Formveränderung nur wenig zu — oder werden mit einem geeigneten Kitt ausgefüllt. — Abb. 1060 zeigt ein mit einem solchen Kompensationsstreifen versehenes Rad. — Endlich hat man den Gummi ganz zu vermeiden gesucht und durch Federn ersetzt, die entweder in den Speichen (Haedicke, Riga, und Ehlis, Lüttich) oder auf der Felge angebracht werden. Bis jetzt indessen hat die Pneumatik das Feld behauptet.



1067. Der Rahmen.

Die Vereinigung des hochelastischen Gummireifens mit dem Sicherheitssystem — das Niederrad — machte das Fahrrad für jedermann gebrauchsfähig, und mit einer erstaunlichen Schnelligkeit verbreitete sich das nützliche Fahrzeug über die ganze Welt. Viel hat dazu auch der Fortschritt beigetragen, den der Maschinenbau und mit ihm die Werkzeugindustrie gemacht hat. Landwirtschaftliche Maschinen, Gewehre und Nähmaschinen hatten die Massenfabrikation großgezogen, und das Fahrrad konnte gar nicht einmal in der Weise wie geschehen erstehen, bevor diese Stufe erreicht war. Dann hat es aber auch tüchtig geholfen, die Massenfabrikation weiter zu erziehen, welche einem großen Teil des heutigen Maschinenbaues den Stempel aufgedrückt hat.

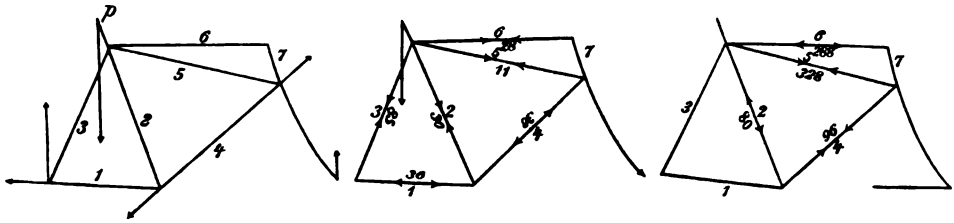
Immerhin hat es Jahre gebraucht, bevor die Fabrikation des Fahrrades soweit gelangen konnte. — Die Form des Fahrrades oder vielmehr des Gestelles desselben, welches die Verbindung der Räder mit dem Sitz herstellt, hat verschiedene Wandlungen durchgemacht, bevor sie auf die heutige konstant erscheinende gekommen ist. Es gibt deren weit über

Digitized by Google

1068. Expreßfahrrad „Nürnberg".

hundert verschiedene Formen. Unter diesen gewann der Rover (Abb. 1061) in den neunziger Jahren die meiste Verbreitung. Rücksichten auf Stabilität und Schönheit, der Wunsch, eine besondere Form für die Reklame zu haben, und das Streben, auf eine für die Herstellung möglichst einfache Form zu kommen, sind hier maßgebend gewesen. Nur einige wenige wollen wir hier herausgreifen. Abb. 1062 zeigt die Form der Circle Cycle Co. in New York, welche den Kreis als Grundlage angenommen hat, und Abb. 1063 das Petersen-Niederrad, Humber & Co. in London, welches die höchste Elastizität in das Gestell hineinzutragen bestrebt ist.

Besondere Schwierigkeiten hat das Bestreben verursacht, das Rad auch den Damen zugänglich zu machen, was bei dem Hochrad nahezu ausgeschlossen ist. Man ist hier auf eine Grundform gekommen, welche durch die Abb. 1064 dargestellt sein mag. Abb. 1065 zeigt die äußerste Grenze, welche Festigkeit mit Zugänglichkeit und Eleganz zu vereinen bestrebt ist. Beide Formen lehnen sich an diejenige an (Abb. 1066), welche sich heute das Feld erobert hat und dasselbe wohl auch noch lange Zeit behaupten wird.



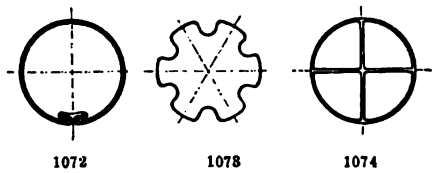
1069 bis 1071. Beanspruchung des Rahmens. (Zu S. 382.)

Dieser Rahmen hält indessen den theoretischen Erwägungen nicht ganz stand. Er besteht aus einem Dreieck und einem Trapez, und letzteres ist keine starre Figur. Doch sind längst die beiden Wege eingeschlagen, welche auch strengen Anforderungen entsprechen. Durch die Verbindung der Punkte a und e (Abb. 1067) wird das Trapez in zwei Dreiecke zerlegt, also zu einer starren Figur gemacht, welchen Weg (Abb. 1068) die Nürnberger Expreß-Fahrradwerke eingeschlagen haben, während die englische Marke Girda Star, von Guest & Barrow, die andere Teilung, Linie b bis f, durchgeführt hat. Im übrigen entsprechen die heutigen Ausführungen durchaus nicht immer den Ansprüchen des Konstrukteurs; und so ausgebildet die Fabrikation ist, so wenig Berücksichtigung findet im allgemeinen die Berechnung.

Digitized by Google

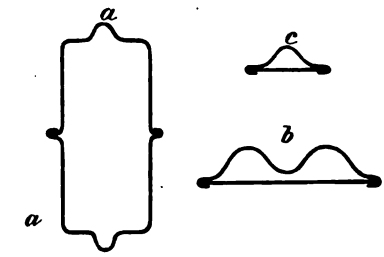
Abb. 1069 stellt einen Rahmen der heute üblichen Form in seinen Mittellinien dar. Nimmt man die auf den Sitz wirkende vertikale Belastung P zu 100 an, so stellen sich die verschiedenen Beanspruchungen der Elemente wie folgt:

Element	1	2	3	4	5	6	
auf Zug	36	—	—	36	—	—	kg
„ Druck	—	30	85	—	11	28	„



1072 1073 1074

1072. Doppelrohr. 1073. Gefaltenes Rohr.
1074. Rohrversteifung. (Zu S. 384.)



1075. Rahmen aus Blech gestanzt. (Zu S. 384.)

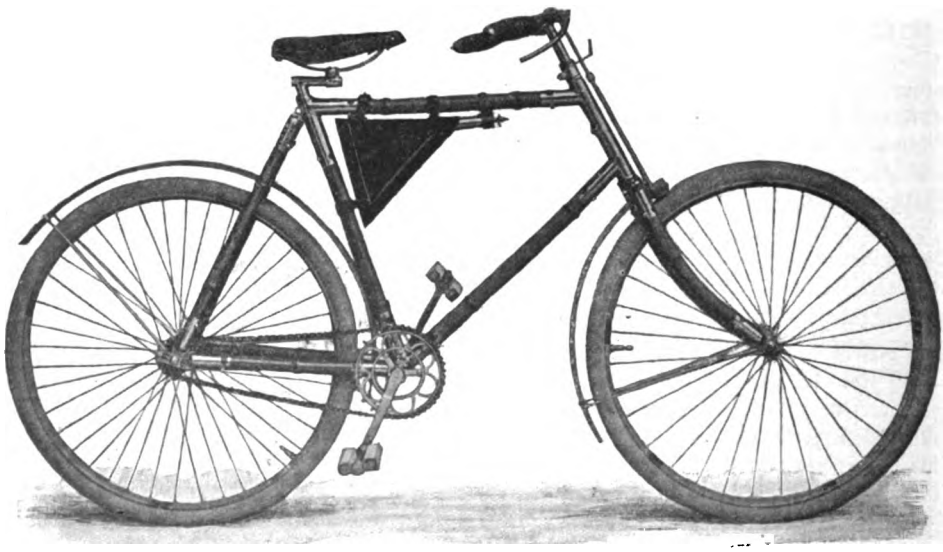
Abb. 1070 enthält diese Zahlen des leichteren Vergleichs wegen an den betreffenden Elementen eingetragen.

Die vertikale Belastung ist aber nicht die einzige, der das Fahrrad ausgesetzt ist; stößt dasselbe beim fahren gegen einen Baum oder erfährt dasselbe sonst einen horizontalen Widerstand, so treten naturgemäß andere Beanspruchungen auf.

Um hier zu einem Resultat zu gelangen, hat Referent eine Gabel einer gut angesehenen Fahrradfabrik auf ihre Biegungsfestigkeit untersucht und gefunden, daß dieselbe in horizontaler Richtung höchstens mit 100 kg beansprucht werden darf, in welchem Falle bereits eine bleibende Durchbiegung merkbar ist. Zerlegt man nun eine auf das Ende der Gabel, der Achse des Vorderrades, wirkende Kraft von 100 kg, so erhält man (s. auch Abb. 1071):

Element	1	2	3	4	5	6	
auf Zug	—	80	—	—	—	288	kg
„ Druck	97	—	9	96	326	—	„

In diesem Falle würden also die Organe des Fahrrades so beansprucht werden, wie es die Festigkeit der Gabel überhaupt gestattet.



1076. Bambusrad. (Zu S. 384.)

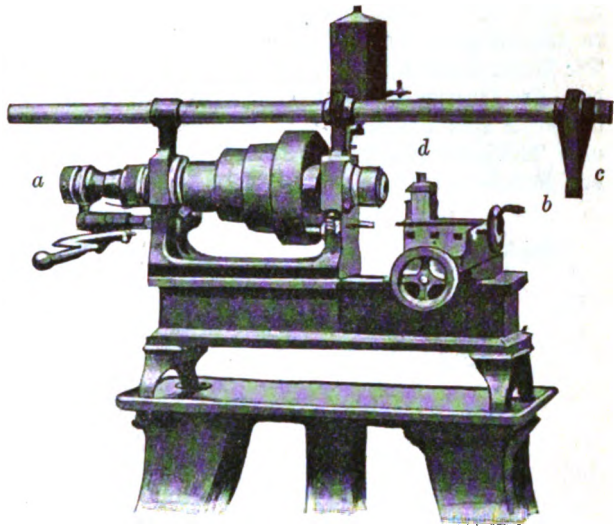
Digitized by Google

Die Maximalbeanspruchungen, welche also bei 100 kg von oben, bezw. bei derselben von vorn wirkenden Kraft auftreten, würden sein:

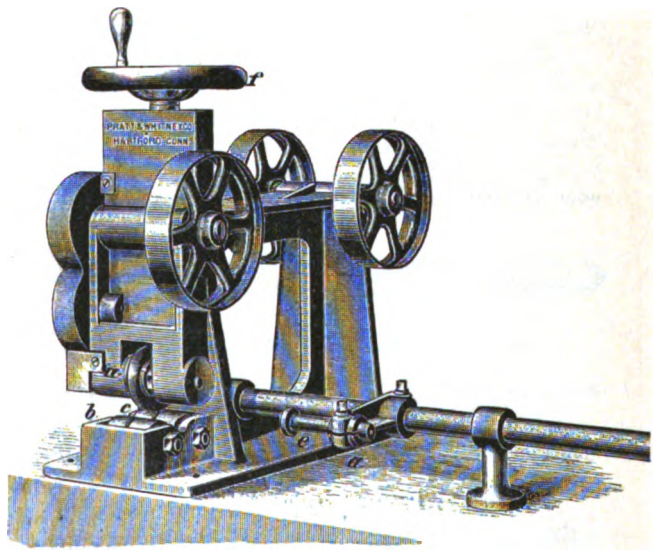
Element	1	2	3	4	5	6	
auf Zug	—	80	85	—	—	288	kg
„ Druck	97	—	—	96	326	—	„

Wir sehen also, daß die Strebe 5, welche bei den gewöhnlichen Fahrrädern gar nicht einmal vorhanden ist und durch die Strebe 6 ersetzt werden muß — zuzüglich der auf die Knotenpunkte alsdann auftretenden Biegungskräfte — mehr als viermal so stark beansprucht wird, als die anderen Stäbe, und 6 unter diesen günstigen Verhältnissen etwa dreimal, während die Praxis den betreffenden Querschnitten nur verhältnismäßig geringe Unterschiede zubilligt.

Die Stangen, welche das Gestell bilden, werden zum größten Teile aus nahtlosen Rohren gebildet, über deren Herstellung in dem Abschnitte „Rohre“ das erforderliche mitgeteilt worden ist.



1077. Rohrabstechmaschine. (Zu S. 384.)

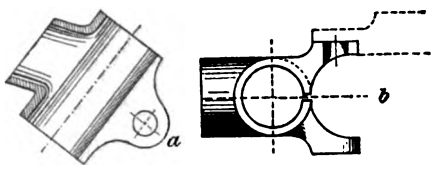


1078. Maschine zum abschneiden der Rohre. (Zu S. 384.)

Außer den nahtlosen Rohren verwendet man auch zusammengesetztes Material, dem man zugleich eine gewisse Versteifung erteilt. Abb. 1072 zeigt ein aus zwei miteinander verfalzten Rohren bestehendes Doppelrohr. Da die Nahtbildung, welche aus der Abbildung hervorgeht, kaum eine Einwendung zuläßt, so ist der Vorteil anzuerkennen, daß zwei ineinander gesteckte und gut miteinander verbundene Rohre von dünner Wandstärke eine größere Festigkeit besitzen als ein entsprechend dickwandiges Rohr, bei welchem die verdichtende Wirkung des ziehens noch nicht so weit vorgeschritten ist, wie bei dem ersten. Während nun diese Rohrbildung auch als solche ihren Wert hat, erstrebt man bei anderen Zusammensetzungen weniger diese, als nur eine Versteifung. Auch hier wieder sind verschiedene Wege eingeschlagen worden. Abb. 1073 zeigt ein gefaltenes Rohr, welches aus einem wesentlich weiteren Rohr durch einwalzen von Rillen gebildet worden ist. Das Rohr hat eine geringere Festigkeit auf Biegung, als es ungefalten besaß. Aber es hat den gewünschten kleineren äußeren Durchmesser und bei diesem eine wesentlich höhere Steifigkeit als das einfache Rohr von

Digitized by Google

gleichem Durchmesser und Gewicht. — Eine sehr starke Rohrversteifung erhält man durch die in der Abb. 1074 dargestellte Vereinigung von fünf Rohren. Vier gleiche kleinere Rohre werden durch ziehen sektorartig gestaltet und zusammen in ein fünftes von entsprechender Weite geschoben, mit welchem sie wieder durch ziehen fest vereinigt werden. Das Zieheisen erhält naturgemäß einen nur wenig geringeren Durchmesser, als das weitere Rohr besaß. Es wird auf diese Weise ein Kreuzquerschnitt gebildet, welcher Festigkeit mit Leichtigkeit in überaus günstiger Weise vereinigt. Auch haben sich andere Querschnitte eingefunden. Die Girda Star-Räder haben Streben mit U-förmigem Querschnitt, welcher für Zug dem Kreisquerschnitt event. ebenbürtig, für Druck indessen minderwertig ist. Neuerdings hat man das Rohr für Fahrradgestelle aus zwei Halbrohren zusammengesetzt und nach Abb. 846 (Abschnitt „Rohre") miteinander verbunden — nach einem Verfahren des Verfassers wird der ganze Rahmen aus zwei Blechen gestanzt — und auch für die Hauptstreben die in der Abb. 1075 a und für die Gabelarme die dort unter b und c angegebenen Querschnitte verwendet (Deutsche Volksfahrradwerke, Berlin). Endlich hat man auch gebohrte Holzstäbe (Abb. 1099) und, wie es scheint mit gutem Erfolg, Bambus (Abb. 1076 und 1100) für die Stäbe genommen.



1079. Sattelstützrohrmuffe aus dem Vollen.

Behufs Verbindung der Rohre zum Gestell werden dieselben zunächst auf genaue Länge gebracht, was durch abstechen oder durch abschneiden erfolgt. Abb. 1077 zeigt eine zum abstechen eingerichtete Maschine. Dieselbe, nach Art der Drehbank gebaut, erhält das Rohr a bis b von hinten her durch die hohle Spindel gesteckt, wobei es an dem verstellbaren Arm c seinen Halt findet. Darauf wird dasselbe in dem Kopf der Spindel festgeklemmt und nunmehr, nachdem letztere durch Riemen in Umdrehung versetzt worden, mit Hilfe des in dem Support d eingespannten Stahles abgestochen.

Das abschneiden der Rohre wird durch ein rollendes Messer a (Abb. 1078) bewirkt, welches über zwei Walzen b und c läuft, auf denen das Rohr ruht. Dasselbe wird durch die Wirkung des sich drehenden Messers ebenfalls in Umdrehung versetzt und nimmt die Walzen mit. Diese sind, wie aus der Abbildung erkenntlich, mit Eindrehungen versehen, so daß das Messer nach dem Durchgange frei bleiben kann; es wird durch einen Support vom Arbeiter niedergeschraubt. Zur richtigen Bemessung der abzuschneidenden Längen ist die Maschine wieder mit einem Arm o versehen, der eine verstellbare Anschlagscheibe e trägt, welche den Vorschub des Rohres begrenzt.

1080 u. 1081. Spiralbohrer und Querschnitt desselben.

Die Vereinigung der Rohre zu dem Rahmen geschieht zum Teil durch feste, zum Teil durch Gelenkverbindungen.

Feste Verbindungen finden wir bei den Punkten a, b, c, f und e, während die Verbindung von a nach c hin (Abb. 1067) und auch bei c als eine Gelenkverbindung ausgeführt zu werden pflegt.

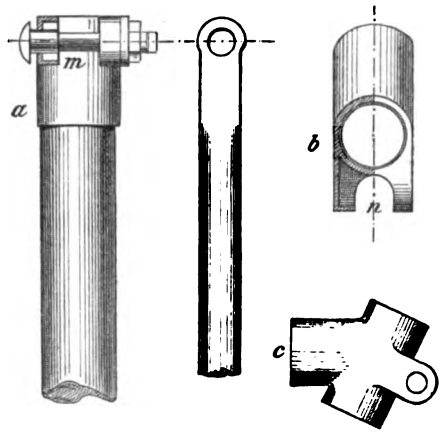
Zur Bildung der festen Ecken verwendet man heute fast durchweg die sogenannten Eckstücke, Muffen oder Fittings, welche naturgemäß für jede Ecke besonders zugepaßt und mit einer außerordentlichen Sorgfalt unter Berücksichtigung der größten Leichtigkeit, Festigkeit und Zweckmäßigkeit geformt sind. Nur selten und bei älteren Konstruktionen findet man Ecken, welche unmittelbar durch verschweißen oder verlöten der Rohrenden, oder mit Hilfe unvollkommener Eckstücke hergestellt sind.

Zur Herstellung der Eckstücke selbst führen drei Wege: Die Ausarbeitung aus dem Vollen, der Temperguß und das treiben oder drücken in Blech.

Abb. 1079 a und b zeigt eine aus dem Vollen ausgearbeitete Sattelstützrohrmuffe genannte Verbindung bei a (Abb. 1067), welche gleichzeitig das Scheitelrohr a f, das Sattelstützrohr a b und die Gabelrohre a c aufzunehmen hat, und zwar erstere beiden in

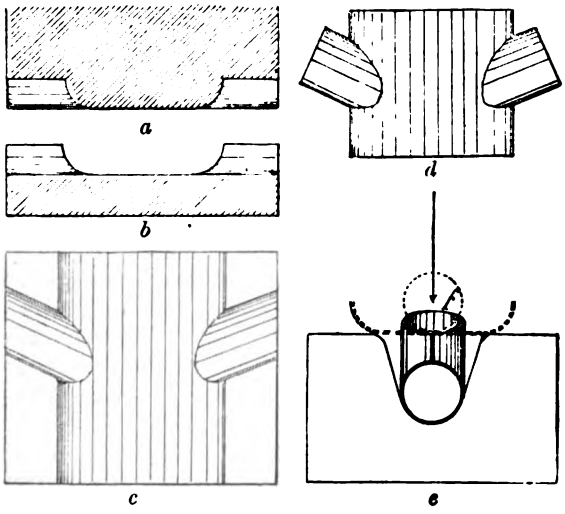
Digitized by Google

fester und letztere als Gelenkverbindung. Gleichzeitig muß dies Stück noch spannbar, also aufgeschnitten sein, um die durchgehende Sattelstütze festklemmen zu können. Dasselbe ist, um die denkbarste Solidität mit der größten Leichtigkeit zu vereinigen, aus dem Vollen gearbeitet, wie es die berühmte Firma Seydel & Naumann bei allen Fittings und selbst beim Hauptstück durchführt. Es geschah dies zu Anfang auf der gewöhnlichen Fräsbank, während heute Spezialmaschinen, häufig eigene Konstruktionen der einzelnen Fabriken, hierzu verwendet werden, wie wir es eben angedeutet fanden.

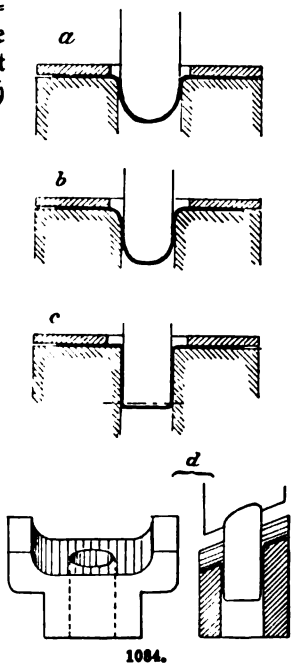


1082. Sattelstützrohrmuffe getrennt. (Zu S. 386.)

Die Grundlage für diese Arbeit bildet das bohren. Hierzu dient der seit etwa 10 Jahren fast überall eingeführte sogenannte amerikanische Spiralbohrer (Abb. 1080). Derselbe stammt indessen wie so manches andere aus Deutschland und ist eine Erfindung des vor kurzem verstorbenen Frankfurter Mechanikers Martignoni. Dieser stellte den Bohrer in ganz derselben Gestalt, wie er sich jetzt in allen auch nur einigermaßen gut eingerichteten Werkstätten befindet, aus Stahldraht durch feilen her, konnte aber trotz der vorzüglichen technischen Brauchbarkeit keine geschäftliche Verwendung finden. Erst durch die Pariser Ausstellung wurde die Erfindung in den großen Betrieb eingeführt. Man lernte die inzwischen herangebildete Fräsmaschine zur Herstellung der Gänge verwenden und den Bohrer auf diese Weise in Massen und demgemäß billig zu fabrizieren. Aber es hat noch recht lange gedauert, bis das so nützliche Werkzeug sich



1083. Fitting aus Blech zusammengebogen. (Zu S. 387.)



1084. Fitting, aus Blech gedrückt.

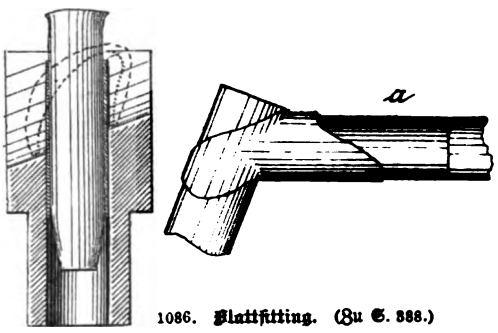
Eingang in die Werkstätten verschaffte. Der Bohrer muß nämlich an der Spitze gut angeschliffen werden, wenn er gut arbeiten soll, und das ist ohne geeignete Vorrichtungen recht schwierig. Erst als die Spiralbohrschleifmaschinen sich einbürgerten, war die Zeit auch für den Spiralbohrer selbst gekommen. — Zur Beurteilung des gleich-

Digitized by Google

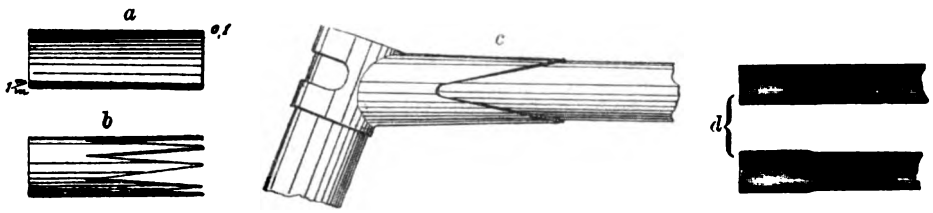
mäßigen Schliffes werden diese Bohrer mit einer Schleiflinie (siehe Abb. 1080) versehen, welche auf der Fräsbank mit Hilfe eines spitzen Dornes eingerissen wird.

Der namentlich von Morse in Amerika zuerst in Massen hergestellte Spiralbohrer hat einige bemerkenswerte Eigenschaften. Sowohl die Spitze wie die Gänge sind hinterarbeitet, damit sie sich frei schneiden. Dann wird die „Seele", das zwischen den Gängen befindliche Material — vergl. den in der Abb. 1081 dargestellten etwas vergrößerten Querschnitt — nach der Spitze zu dünner gehalten und endlich werden die Gänge sogar mit nach dem Schaft zu steigendem Drall versehen. Letzteres hat den Zweck, die durch die nach der Spitze zu fortschreitende Vertiefung der Gänge hervorgebrachte Verbreiterung derselben auszugleichen, ist aber für die Arbeit des Bohrers von keiner erheblichen Bedeutung. Mit diesem Spiralbohrer werden die warm geschlagenen Massivstücke gebohrt und dann auf den Dorn der Fräsmaschine gesetzt, welche sie nach Möglichkeit (vergl. auch Abb. 1089) bearbeiten. Sie lassen nur kleine Ecken und Kanten stehen, welche dann von Hand ausgeglichen werden.

1085. Fitting, gebördelt.

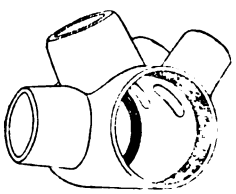


1086. Flattfitting. (Zu S. 388.)



1087. Verstärkung der Eckverbindung. (Zu S. 388.)

Diese Spezialfräsmaschinen, welche zur Zeit die Grundlage der Massenfabrikation dieser Art bilden, leisten oft erstaunliches. Sie entstammen wohl ursprünglich der Gewehrfabrikation. Als Beispiel sei hier angeführt, daß die wohlbekannte Kammer unseres modernen Infanteriegewehres auf solchen Maschinen vollständig und ohne einen Feilstrich fertiggestellt wird, dazu aber 113 Umspannungen erfordert.



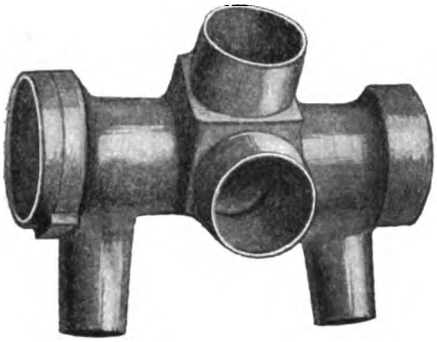
1088. Fertiges Hauptlagerstück. (Zu S. 388.)

Die zweite Art der Herstellung der Fittings besteht in dem formen, gießen und tempern. Das Stück ersteht also zuerst in Gußeisen und wird dann durch glühen in gewissen Materialien — Hammerschlag, Roteisenstein, Zinkoxyd u. s. w. — tempern genannt, in einen schmiedbaren Zustand übergeführt. Das Verfahren gestattet leicht, Aussparungen anzubringen, und führt so auf einfachstem Wege zu geringem Gewicht. Abb. 1082 a, b, c zeigt dieselbe Sattelstützrohrmuffe, welche wir zunächst als aus dem Vollen herausgearbeitet kennen gelernt haben, in Temperguß hergestellt. Es sei hier z. B. auf die feine Aussparung bei n aufmerksam gemacht, welche ein breites Auge gestattet und doch wieder an Material spart.

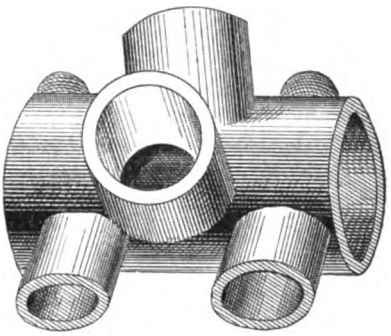
Die dritte Methode endlich führt zu außerordentlich leichten Verbindungen. Es ist dies die Herstellung aus Blech durch pressen (topfen), treiben und kümpeln.

Auch hier sind wieder mehrere Verfahren im Gebrauch. Das eine liefert eine Naht durchweg, im Rohrstück und im Ansatz, das andere nur im Ansatz und ein drittes endlich gestattet, nahtlose Fittings herzustellen, allerdings nur für die leichteste Ware.

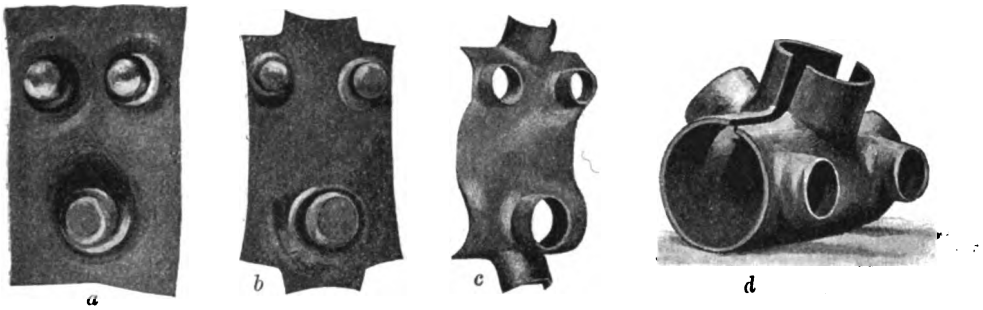
Digitized by Google



1089 Hauptlager aus dem Vollen. (Zu S. 388.)

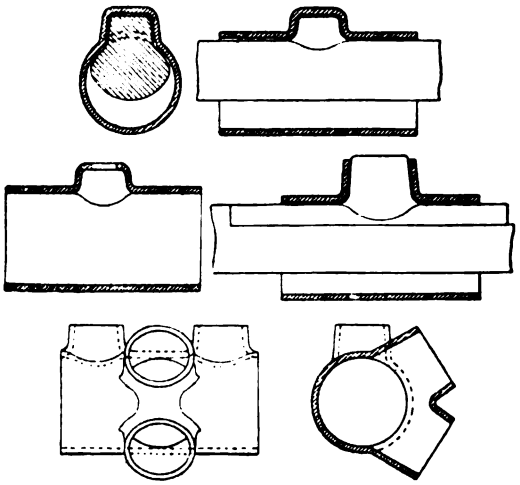


1090. Hauptlager, gestempert. (Zu S. 388.)



1091. Hauptstück aus Preßblech. (Zu S. 388.)

Das erstgenannte Verfahren ist in den Abb. 1083 a bis d dargestellt. a ist der Stempel oder das Obergesenk und b das Untergesenk, welches durch c in der Oberansicht dargestellt ist. Auf dieses Gesenk wird die Blechplatte gelegt und beim heruntergehen des Stempels in die durch denselben bestimmte Form gebracht. Durch einen Schnitt werden die überschüssigen Teile abgetrennt und so der Mantel d gebildet. Dieser nun gelangt auf ein Gesenk e, wo er punktiert gezeichnet ist, und wird durch niedertreiben eines Rundstückes in die gewünschte Form gebracht.



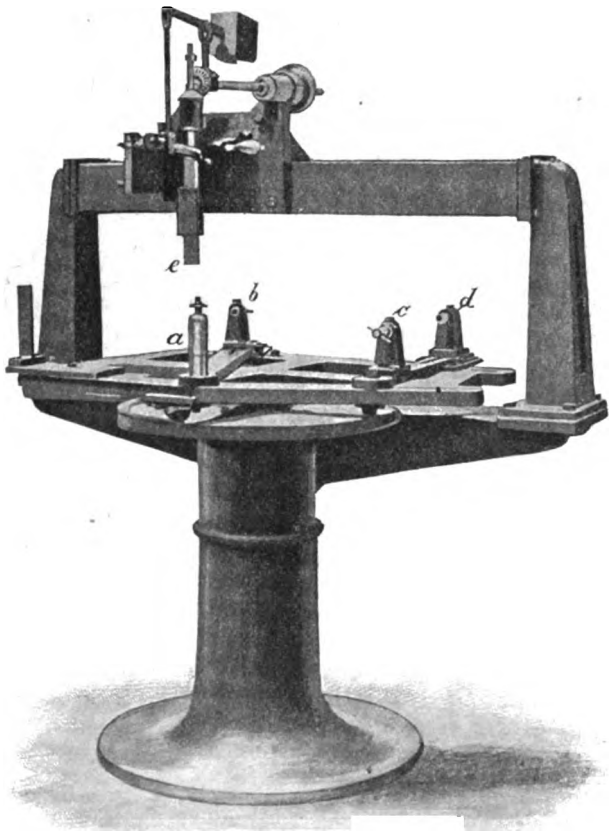
1092. Hauptstück, aus einem Rohrstück getrieben. (Zu S. 388.)

Abb. 1084 stellt ein Verfahren dar, bei welchem derselbe Körper die Naht außen längs des Hauptrohres erhält. Das Blech wird zunächst in drei Zügen, a bis c, getopft, dann wird der Boden abgeschnitten, womit der T-Stutzen fertiggestellt ist. Nun kommt wieder ein der zu bildenden Form entsprechendes Preßgesenk d, in welchem der schiefe Winkel angebildet wird, worauf das Hauptrohr in üblicher Weise zusammengebogen wird. Die Naht wird dann entweder glatt oder nach geschehener Dübelung (Abb. 1085) verlötet. Letzteres erinnert an die in der Abb. 842 (Abschnitt „Rohre") dargestellte Rohrbildung. Um jede Gelegenheit zur Erleichterung zu benutzen, versieht man (Abb. 1087c) das Hauptrohr des T-Stückes mit einer Ausnehmung oder

Digitized by Google

bildet dasselbe zu zwei Flügeln zurück. Dies führt dann (Abb. 1086) zur Herstellung des T-Stückes aus einem Rohrstück. Dasselbe wird, wie aus der Abbildung zu ersehen, in ein mit einem Sattel versehenes Rohrgesenk gesteckt und dort mit einem Dorn festgetrieben, worauf die Flügel niedergehämmert werden. Die Arbeit kann ohne besondere Maschine vom Schlosser am Schraubstock ausgeführt werden, in welchen das Gesenk gespannt wird.

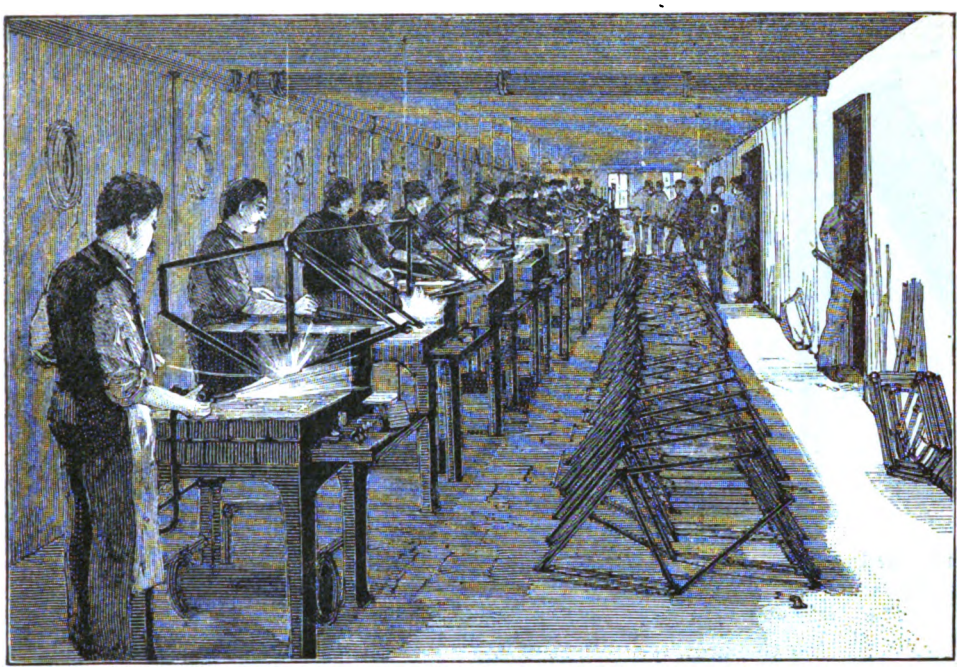
Diesem Bestreben zur möglichsten Erleichterung tritt das nach möglichster Festigung an die Seite. Die Festigkeit der Eckbildung leidet durch das nachherige löten, welches das Material weich macht. Man schiebt daher (Abb. 1086 a) ein kurzes Rohrstück ein, welches man, wieder zur Gewichtsverminderung, konisch macht (Abb. 1087a); dasselbe verjüngt sich in seiner Blechstärke von 1 zu 0,1 mm. Auch schneidet man das Rohrstück nach der einen Seite hin (Abb. b) zackenförmig aus oder vereinigt gleich diese Abschwächung (c) mit dem T-Stück. Endlich verwendet man auch Rohrstücke, welche (Abb. 1087 d) von innen oder außen durch Teilziehung absatzförmig abgeschwächt worden sind. Alles dies sind Feinheiten, welche beim fertigen Fahrrad meist gar nicht zu erkennen sind, und es beruht hierauf nicht zum geringsten Teil die Güte des Fabrikates; mehr wie viele andere Artikel ist der Kauf eines Fahrrades eine Vertrauenssache.



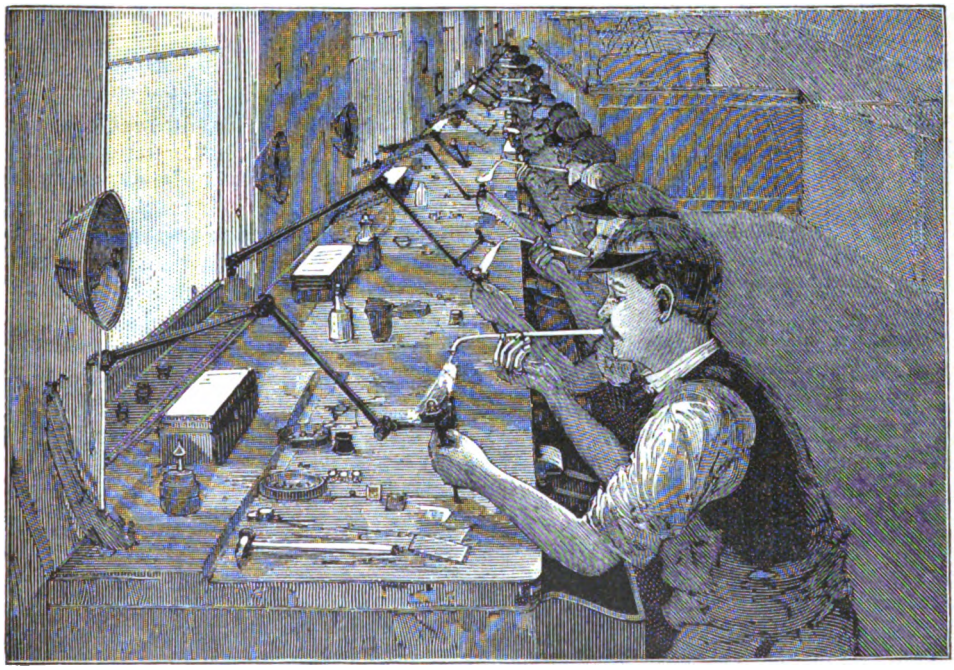
1098. Rahmenbohrmaschine. (Zu S. 390.)

Ein wesentlicher Teil des Rahmens ist das Hauptstück, welches das Trittkurbellager enthält (b der Abb. 1067). Dasselbe hat die Aufgabe, die ihm zulaufenden Stützen b a, b c und b e zu vereinigen und als Gehäuse für das Trittkurbellager zu dienen. Es hat im allgemeinen die in der Abb. 1088 dargestellte Form und wird auf recht verschiedene Weise hergestellt. Als solidester Weg hierfür gilt wohl das ausarbeiten aus dem Vollen, was wir schon bei den Fittings oder Eckstücken (Abb. 1079 u. f.) besprochen haben. Abb. 1089 zeigt ein ähnliches Stück unmittelbar nach dem fräsen. Sehr viel Arbeit wird gespart, wenn das Stück gegossen werden kann — Temperguß — in welchem Falle es gleich die nötigen Höhlungen mit auf den Weg erhält, wie aus der Abb. 1090, ein Rohstück, zu ersehen ist. — Noch leichter gestaltet sich die Arbeit, wenn Blech als Rohmaterial genommen wird. Hier sind zwei Wege üblich: Abb. 1091 zeigt, wie zuerst drei Vertiefungen eingepreßt werden, welche durch ziehen zu den betreffenden Stutzen ausgebildet werden, während gleichzeitig auch die halben Hälse entstehen, welche beim Schluß den Stutzen für die Sattelrohrstütze geben. Abb. 1092 endlich stellt die Bildung des Hauptstückes aus einem Rohr dar, bei welchem die Stutzen

Digitized by Google

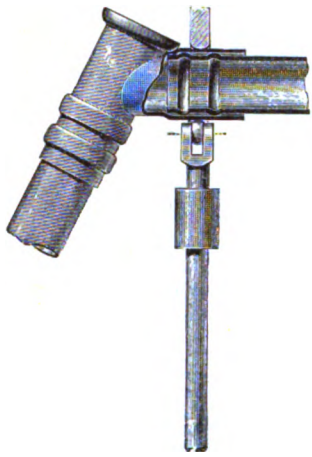


1094. Verlöten des Rahmens. (Zu S. 891.)
Nach Scientific American.

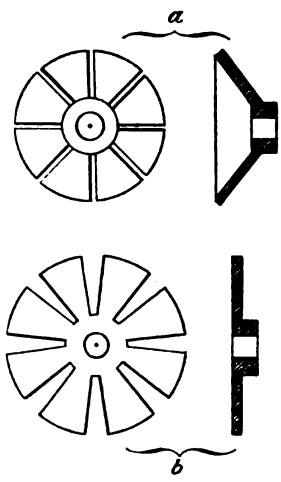


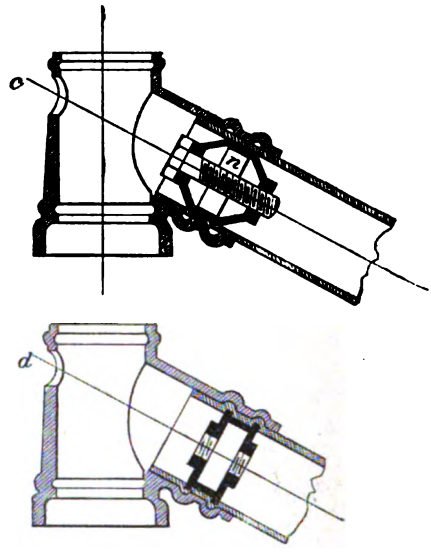
1095. Verlöten des Rahmens. (Zu S. 891.)
Nach Scientific American.

Digitized by Google

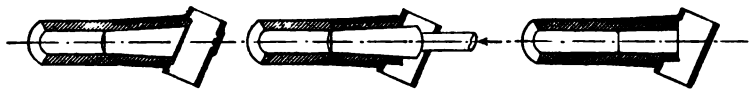


1096. Verbindung durch verrollen.

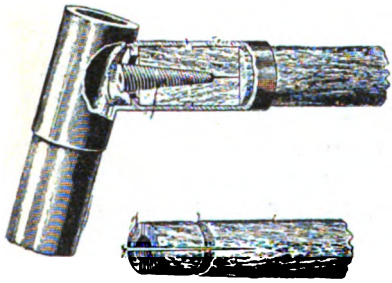




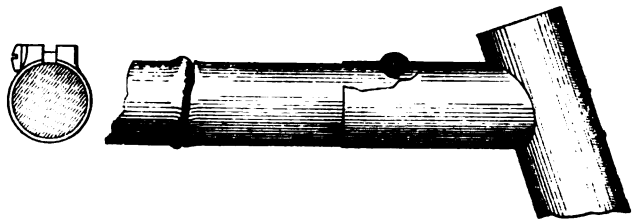
1097. Verbindung durch verspannen.



1099. Holzrahmenverbindung von Kircher & Co.



1098. Eckbildung am hölzernen Rahmen.



1100. Rahmen aus Bambus. Querschnitt u. Ansicht. (Zu S. 892.)

seitlich ausgebeult werden. Hierzu dient, wie zu ersehen, ein mit einer Warze versehener Dorn oder eine in geeigneter Weise eingelegte Kugel, welche die Auftreibungen einleitet, die dann durch weiteres auftreiben auf das richtige Maß gebracht werden.

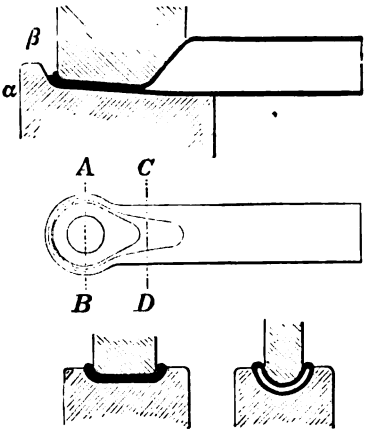
Die Verbindung der Eckstücke mit den Rohrstücken zum Rahmen geschieht in den meisten Fällen durch löten. Um die Lage der einzelnen Teile für diese Operation zu sichern, müssen sie zuvor verstiftet werden. Hierzu dient die Rahmenbohrmaschine (Abb. 1093).

Dieselbe enthält einen Zapfen a, auf welchen das Hauptstück gestreift wird, und eine Anzahl Knaggen, b, c, d, mit Hilfe welcher der Rahmen genau in seiner richtigen Form festgespannt wird. Eine kleine Lauf-Bohrmaschine mit der Spindel e beherrscht das Ganze.

Das nun folgende löten wird auf verschiedene Weise durchgeführt. Im einfachsten Fall ist es ein gewöhnliches Holzkohlenfeuer, in welches die sorgfältig mit Schlaglot und Borax versehenen Lötstücke gebracht und vorsichtig mit Holzkohlenstückchen umpackt werden. Zum anfachen dient ein Federwedel. Um die Arbeit zu beschleunigen, leitet man vielfach eine Bunsenflamme hinein, welche die eigentliche Schmelzhitze erzeugt, nachdem das Kohlen-

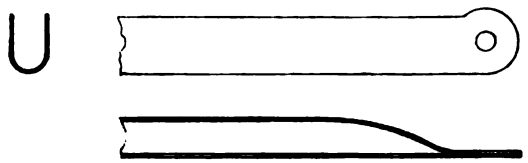
Digitized by Google

1101. Gabellange, einseitig angepreßt. (Zu S. 392.)

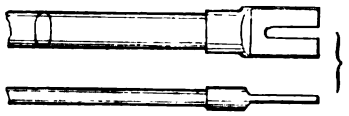


Schnitt A B. Schnitt C D

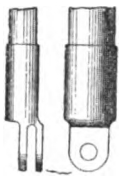
1103. Gabellange mit ringförmiger Versteifung. (Zu S. 392.)



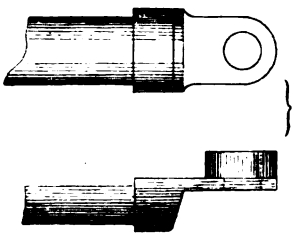
1102. Gabellange, aus U-förmiger Strebe. (Zu S. 392.)



1104. Fertiges Gabelstück aus Blech. (Zu S. 392.)



1105. Fertiges Gabelstück, aus Blech gepreßt. (Zu S. 392.)



1106. Getrenntes Gabelstück, geschlagen. (Zu S. 392.)

feuer gut vorgewärmt hat. Endlich ist man auch auf das alleinige Gasfeuer (Abb. 1120) übergegangen, welches in der Regel mit mehreren von verschiedenen Seiten her einwirkenden Bunsenflammen arbeitet. Abb. 1094 zeigt eine solche Lötwerkstätte in großartigem Maßstabe. Für das verlöten kleinerer Stellen sind (Abb. 1095) einfachere Einrichtungen geschaffen worden, bei denen nur je eine Flamme Verwendung findet.

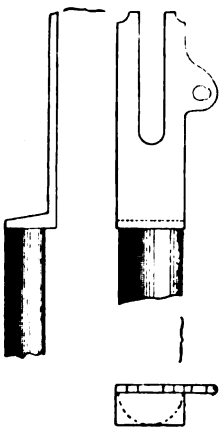
Auch das schweißen ist zum vereinigen der Rahmenteile verwendet worden, wozu man besondere Wassergasanlagen geschaffen hat. Dasselbe ist indessen wieder abgekommen.

Um die bereits besprochene Erweichung des Materials an den Lötstellen und damit die alsdann erforderlichen Verstärkungen (Abb. 1087) zu umgehen, hat man die Verbindungen auf kaltem Wege herzustellen versucht. Abb. 1096 zeigt, wie das bereits mit Aufrollungen versehene Rohrende in den entsprechend weit gehaltenen Stutzen gesteckt und darin durch einrollen befestigt wird. Umgekehrt hat man (Abb. 1097) den Stutzen mit Einrollungen versehen, in welchem Falle das Rohr von innen aufzutreiben ist. Hierzu dienen konisch angefertigte Spannscheiben (a), welche mit radialen Einschnitten versehen sind, so daß sie sich leicht eben pressen lassen, wie in b dargestellt. Zwei solcher Scheiben werden (c) zusammen mit einem Ring hineingeschoben und dann mit Hilfe einer Schraube, welche ihre Mutter in der unteren Scheibe findet, von einer hierfür angebrachten Öffnung aus mit Hilfe eines Schlüssels angezogen. Dadurch spannt sich die Scheibe gerade, und ihre Ränder drängen sich, das Rohr auftreibend, in die Rille des Stutzens ein, wie aus der Abb. d ersichtlich.

Für hölzerne Rahmenstäbe benutzt man ein in der Abb. 1098 angegebenes Verfahren: Man schiebt die Enden in die gut passende Hülse und schraubt einen konischen Dorn hinein, welcher das vorher gespaltene Ende auftreibt und seitlich fest hineindrängt. In ähnlicher Weise werden (Abb. 1099) konische Dorne in das gebohrte Holz eingetrieben, welche dasselbe scharf gegen die innere Wandung des zu diesem Zwecke sich hinten erweiternden Stutzens drängen.

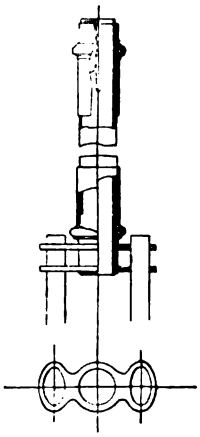
Auch durch vergießen hat man die Verbindung hergestellt. Das Rohrende wird zu diesem Zweck mit einer Rille versehen, in den Stutzen gesteckt und durch ausgießen mit

Digitized by Google

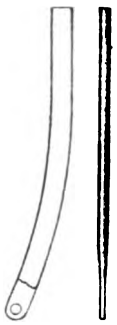


1107. Getrenntes Gabelstück, geschlagen.

1108. Fertiges Gabelstück.



1109. Zusammengesetzte Gabel.



1110. Gabelauge, am Rohr gedrückt.

einer passenden Legierung vereinigt. Letzteres geschieht durch eine kleine Öffnung, welche seitlich in dem Stutzen angebracht ist.

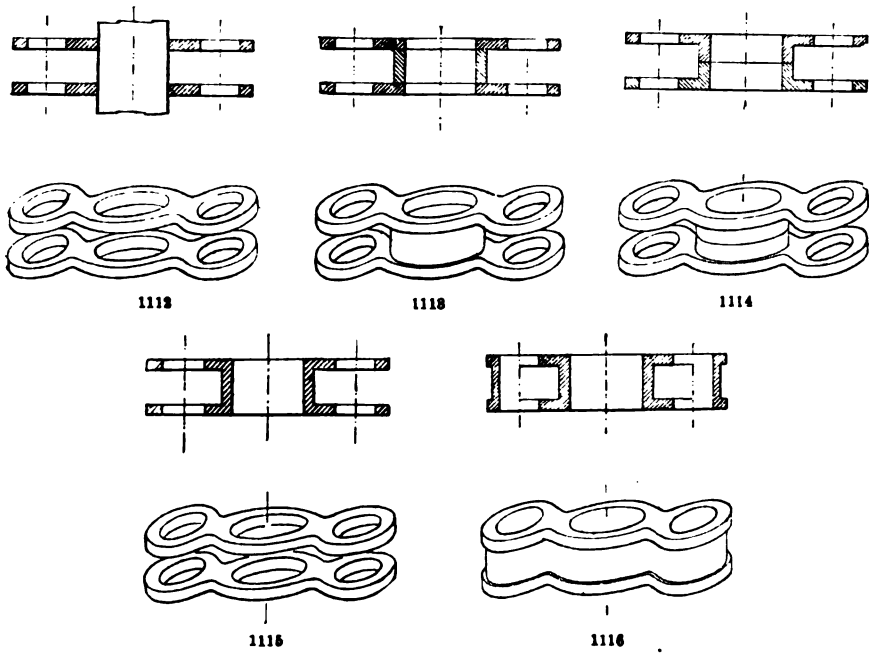
Bei Bambusrädern versieht man (Abb. 1100) den Stutzen mit einem Spalt und zwei Schraubansätzen und zieht dieselben mit Hilfe einer Schraube fest zusammen, nachdem der Stab mit großer Kraft in die Hülse hineingetrieben worden. Die Schraube geht zu ihrer Hälfte durch das Holz und dient auch auf diese Weise mit zur Festigung.

1111. Verbindung der Gabelteile.

Zur Aufnahme des Hinterrades muß der Rahmen, vergl. z. B. Abb. 1066, gegabelt werden. Es bestehen daher die Elemente ac und bc der Abb. 1067 je aus zwei schwächeren Stäben, welche bei a mit der Sattelrohrstütze durch einen Bolzen und bei b mit dem Hauptstück in der besprochenen Weise fest verbunden sind. Bei c sind sie durch Augen mit der Hinterradachse vereinigt. Diese Augen werden im einfachsten Fall durch pressen (Abb. 1101, 1102 und 1103) angebildet, wobei, wie im letzteren Fall, noch zweckmäßige Randbildungen angeformt werden können. Die Abb. 1102 bezieht sich auf die Verwendung von U-förmigem Eisen, wie oben für das Girda-Star-Rad ausgeführt. Abb. 1104 stellt ein angesetztes Auge dar, welches in ähnlicher Weise durch pressen hergestellt worden ist. In gleicher Weise ist das Auge (Abb. 1105) gesondert aus Blech hergestellt und aufgeschoben. Sehr solide Augen werden durch schlagen hergestellt, die wieder aufgeschoben oder eingeschoben werden können. Abb. 1106 stellt ein geschlagenes Stück der ersten Art und Abb. 1107 ein solches der zweiten Art dar, welches gleichzeitig ein Auge zur Aufnahme der Stütze ac Abb. 1067 enthält. Abb. 1108 zeigt die ganze Doppelstütze dieser Art, wie sie an das Hauptstück gelötet und noch durch eine Strebe gefestigt ist. Diese Abbildung zeigt gleichzeitig den für solche schwächeren Streben verwendeten D-förmigen Querschnitt.

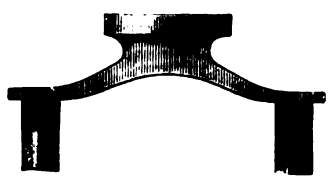
Das kurze Stück ef des Rahmens (Abb. 1067) dient zur Aufnahme der Gabel, welche das Vorderrad trägt. Dieselbe wird mit dem Hals durchgesteckt und sorgfältig durch Kugellager gangbar verbunden. Die Gabelenden werden (Abb. 1110) meist aus ovalen Rohren hergestellt, deren Wandungen nach oben zu stärker sind. Diese Rohre werden aus entsprechend vorgewalztem Blech zusammengebogen und wie die Säbelscheiden gelötet.

Digitized by Google

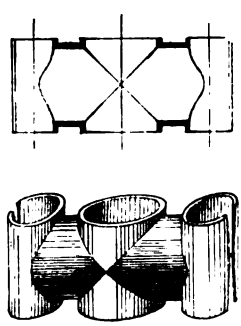


1112 bis 1116. Verbindung der Gabelenden mit dem Hals.

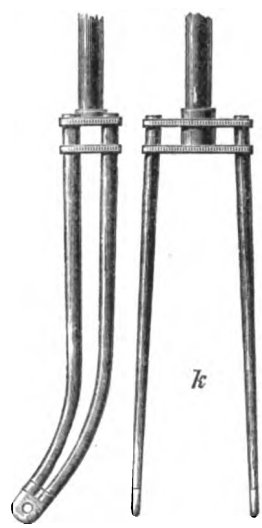
Die Verbindung der Gabelenden mit dem Gabelhals wurde früher durch unmittelbares verlöten hergestellt, wie in der Abb. 1111 angegeben. Neuerdings hat man jedoch diesen Weg vielfach verlassen und vereinigt die genannten drei Teile mit Hilfe des sogenannten Gabelkopfes. Derselbe wird in sehr verschiedener Weise gebildet. In der Abb. 1109 besteht er aus zwei aus starkem Blech gestanzten Scheiben (Abb. 1112), welche einfach über das Halsrohr geschoben werden. Um die Stellung zu sichern, bringt man wohl auch (Abb. 1113) einen Ring dazwischen. Dies führt zu den geschlagenen Stücken (Abb. 1114) über, an welche sich die Verwendung des Tempergusses lehnt (Abb. 1115 u. 1116), welche alles aus einem Stück herzustellen gestattet. Dieser Weg führt zu dem sehr beliebten, wenn auch etwas gewichtigen Kopf (Abb. 1117) über, dessen Zapfen in die Gabelrohre eingeschoben werden.



1117. Massiver Gabelkopf.



1118. Gabelkopf, aus Blech gebildet.



1119. Gabel aus Doppelrohren.

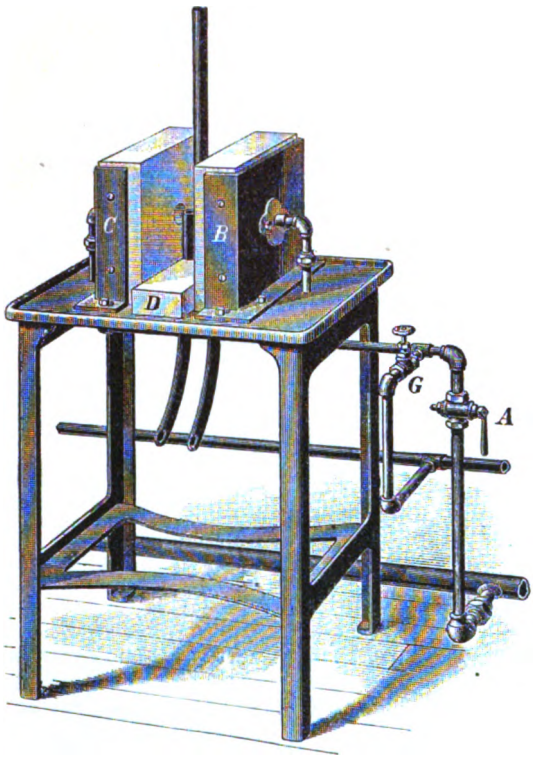
Auch Blechpressung hat man hier ins Feld geführt und (Abb. 1118) einen sehr leichten und genügend starken Kopf geschaffen, dessen Herstellung, aus einem Rohrstück, an die des Hauptstückes (Abb. 1092) erinnert. — Abb. 1119 zeigt eine Gabel, deren Schenkel je aus zwei Rohren gebildet sind, die oben in ähnlicher Weise wie Abb. 1109 durch entsprechend vorgerichtete Platten vereinigt sind.

Digitized by Google

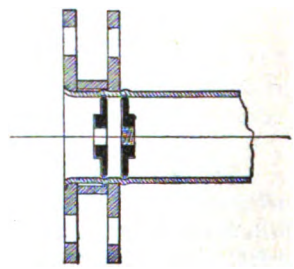
Auch die Festigung dieser Gabelköpfe geschieht meist durch löten, wozu man die uns bereits bekannten Gaslötöfen verwendet, wie in Abb. 1120 dargestellt. Dieselben gestatten, die Gabel senkrecht zu halten, so daß das Lot gut durchfließen kann.

Aus den oben angeführten Gründen hat man auch die Lötung zu umgehen gesucht und für die genannte Verbindung jene Spanneinrichtung (Abb. 1121) ausgeführt, welche wir bereits beim Rahmen (Abb. 1097) kennen gelernt haben.

Die Naben besitzen je nach der Art der Speichen entweder zwei breite Wülste (Abb. 1122), in welche die ziemlich stark gehaltenen Drahtspeichen eingeschraubt werden (Radialspeichen, Abb. 1123), oder zwei hohe, schmale Leisten (Abb. 1124), in welche

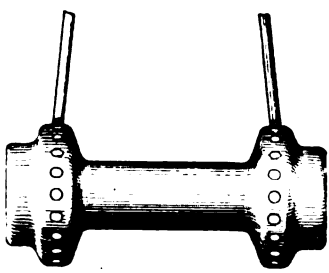


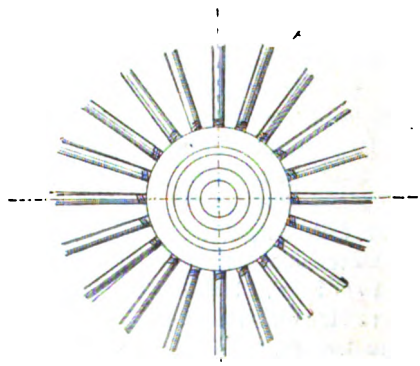
1120. Lötofen für Gabeln von Fries & Co. Düsseldorf.



1121. Verbindung durch verspannen.

die dünnen und straff gespannten Speichen eingehängt sind (Tangentialspeichen, Abb. 1125). In beiden Fällen sind wieder die bekannten Methoden — aus dem Vollen herausgearbeitet, hohl gegossen und getempert oder aus Blech hergestellt — zu nennen. Abb. 1126 zeigt, wie die Nabe von außen her vom Fräser ihre Gestaltung erhält.

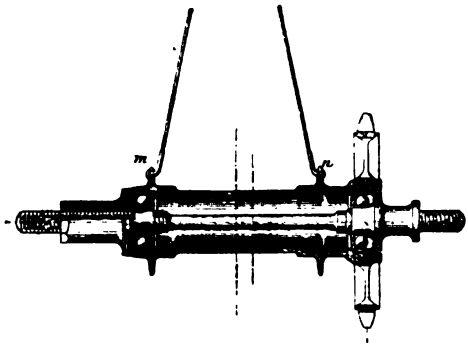


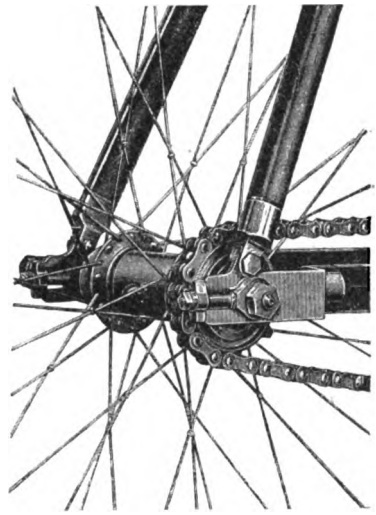


1122 u. 1123. Einsetzen der Radialspeichen.

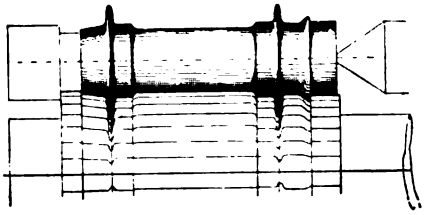
Diese Arbeit entfällt bei der Herstellung aus Blech, welche in der Abb. 1127 vorgeführt worden ist. Das zu Grunde liegende Material ist ein Rohrstück, welches durch axiale Pressung bezw. vorheriges inneres aufrollen der Reihe nach in die angegebenen Formen gebracht wird.

Digitized by Google

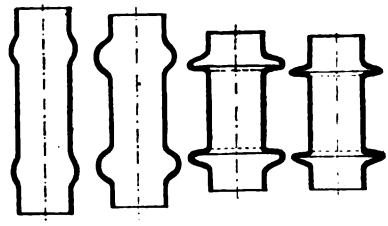




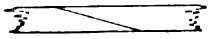
1124 u. 1125. Tangentialspeichen.



1126. Nabenbildung aus dem Vollen.

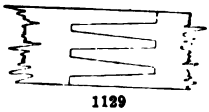


1127. Nabenbildung aus einem Rohrstück.

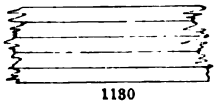


1128

1131



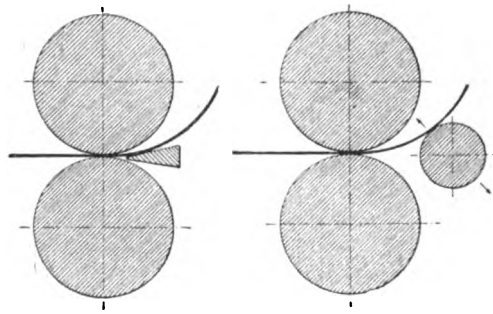
1129



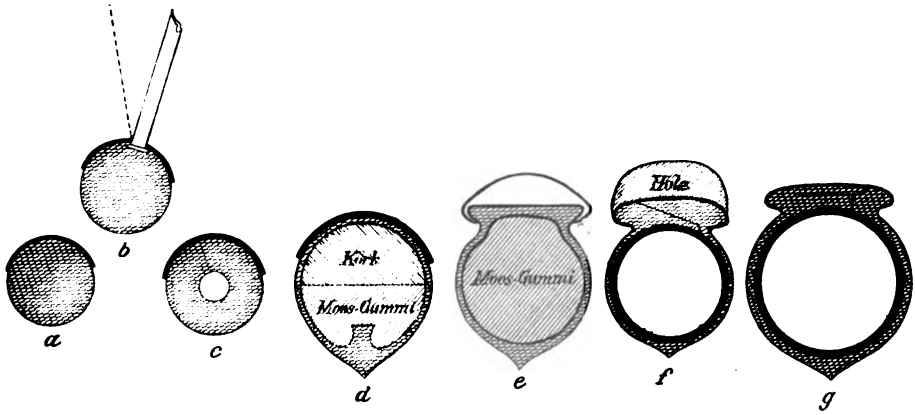
1130

1132

1128 bis 1132. Hölzerne Radfelgen. (Zu S. 396.)



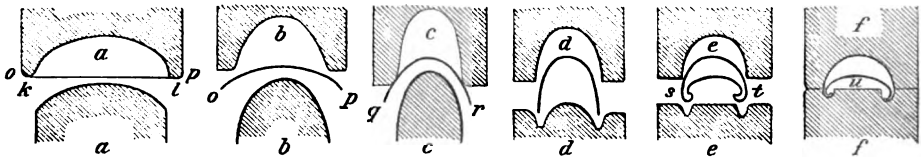
1134 u. 1135. Das biegen der Felgen. (Zu S. 396.)



1138. Formen der Felgen. (Zu S. 396.)

Digitized by Google

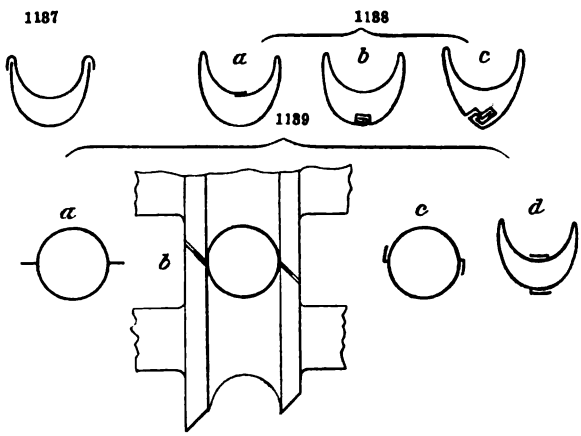
Die Felgen wurden früher fast durchweg und werden heute noch in geringem Maße aus Holz gefertigt, wozu namentlich in Amerika das dortige gute Material aufforderte. Die Holzstäbe werden gedämpft, zusammengebogen und getrocknet und dann mit schrägem Schnitt (Abb. 1128) oder mit Verzahnung (Abb. 1129) verleimt. Auch setzt man sie (Abb. 1130) aus Ringen, flach oder hochkant, mit versetzten Stößen zusammen. Ein starker Firnisbezug schützt gegen die Wirkung der Feuchtigkeit. Der Querschnitt richtet sich nach dem Reifen; Abb. 1131 zeigt denselben für Massivreifen und Abb. 1132 für Pneumatik, in welchem Falle die erforderlichen Ränder durch aufgelegte Hartgummireifen gebildet werden. Abb. 1133f zeigt die mit dem Luftreifen fertig aus-



1136. Rollen und falzen der Felgen.

gerüstete Holzfelge. Die eisernen Felgen (Abb. 1133) werden aus zusammengebogenen oder nahtlosen (vergl. Abb. 388) Blechringen gerollt, wobei sie (Abb. 1134 u. 1135) zwischen zwei Walzen durchgehen, während eine dritte, verstellbare Walze oder ein Keil für die richtige Durchbiegung sorgt. Hierauf gelangen die Profilwalzen (Abb. 1136 a—f) zur Thätigkeit, welche stufenweise die gewünschte Form hervorbringen und sogar, wie bei e und f, das vereinigen zweier Ringe zu der sogenannten Hohlfelge besorgen. Der vollständige Schluß wird dann noch auf einer Sickenmaschine, wie in Abb. 380 angegeben, bewirkt.

Während die Vereinigung der Felgenteile für die Hohlfelge auch durch löten (Abb. 1137 u. 1138 a) erfolgen kann, hat man noch solche aus einem Streifen hergestellt und dann nur eine Löt- oder Falznaht (Abb. 1138 b u. c) nötig.



1137 bis 1139. Felgen.
1137. Gelötete Doppelfelge aus zwei Streifen. 1138. Doppelfelge aus einem Stück. 1139. Felgen aus Flügelrohr.

Hierher gehört auch die Anordnung der Abb. 388.

Endlich fertigt man auch Hohlfelgen aus eigens hierfür hergestellten Rohren (Abb. 1139), deren angebogene Flügel d zur Verstärkung für die Aufnahme der Speichen dienen. Wir sehen in a das fertig gezogene Rohr, dessen Flügel in b vorgebogen und dann auf ähnliche Weise, c, angelegt werden.

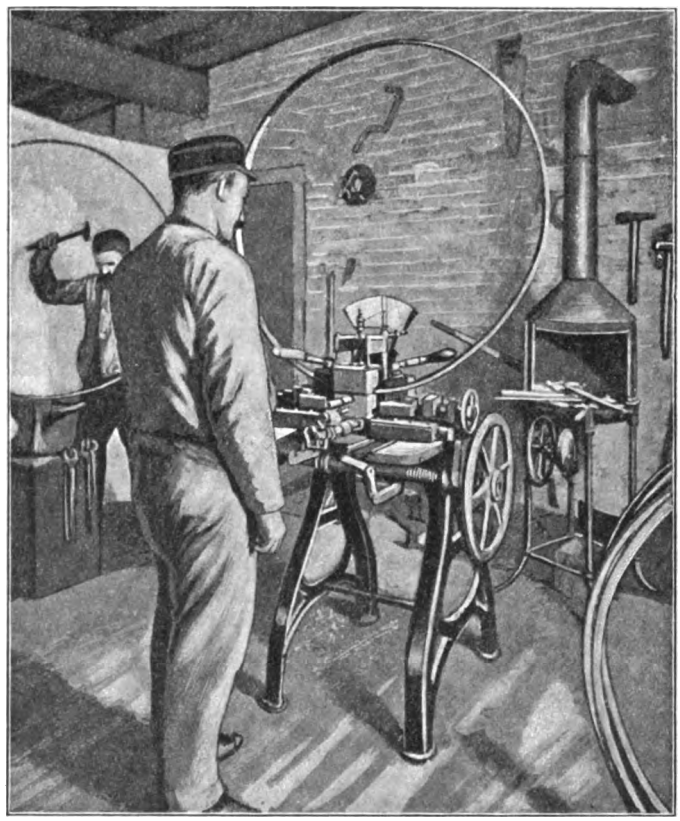
Dem biegen der Felgen folgt nach sorgfältiger Abschärfung der Enden das löten im Gasfeuer (Abb. 1120), worauf noch ein nachrichten, links auf diesem Bilde, und wohl auch ein nachrollen stattfindet.

Nunmehr gelangt der Reifen auf die Felgenbohrmaschine (Abb. 1141). Zu diesem Behufe wird er auf eine Scheibe gespannt, welche ihn gleichzeitig zentriert und meist mit Hilfe mehrerer gleichzeitig arbeitenden Bohrspindeln mit den erforderlichen genau gerichteten Löchern für die Speichen bezw. Nippel versieht.

Die Herstellung der Radialspeichen ist bereits ausführlich behandelt worden. Der Kopf (Abb. 1133 b) wird wie bei den Drahtstiften angestaucht und das Gewinde (Abb. 1122) vielfach eingerollt, wie in Abb. 645 angegeben.

Digitized by Google

Die Tangentialspeichen (Abb. 1124) werden nach dem anschlagen des Kopfes dicht unter demselben umgebogen und in der Nabenrippe verhakt, während die Verbindung an der Felge mit einer eigenartigen Mutter, Nippel genannt, erfolgt. Abb. 1143 zeigt, wie das Speichenende in der Felge sitzt, und Abb. 1144 in vergrößertem Maßstabe den Schnitt und wie der Nippel behufs nachspannens der Speiche angezogen werden kann, ohne vorzustehen. — Die Herstellung dieser kleinen Dinger ist natürlich Sache von Spezialmaschinen, welche ähnlich arbeiten wie die in der Abb. 1039 dargestellte Scheibendrehbank für Reißzeuge. Neuerdings hat man sie auch aus kurzen Rohrenden gepreßt, wie in Abb. 1145 angegeben ist. Ein solches gelangt in eine Hülse, welche sich nach unten zweimal verjüngt und einen entsprechenden Dorn d enthält. Der in a zum arbeiten bereite Stempel zwingt, b, das Rohr erst in die eine Stufe und dann c in die zweite, wodurch die erforderliche Form d entsteht. Der Stempel ist zu diesem Behufe mit einer Höhlung f versehen, in welche der obere Teil des Dornes c leicht paßt.



1140. Löten und richten der Felgen.

Um die Schwächung zu vermeiden, welche die Speiche durch den am Kopfe angebogenen Knick erleidet, macht man die Speichen am Ende dick (Dickend, Abb. 1146), was einfach dadurch bewirkt wird, daß man die Drähte einzeln nachzieht und zur rechten Zeit damit aufhört. Auch die durch das anschneiden des Gewindes am anderen Ende der Speiche hervorgebrachte Schwächung hat man neuerdings zu umgehen verstanden, indem man (Abb. 1147) die Speiche mit zwei Dickenden versieht. Dies kann natürlich auf dem gewöhnlichen Wege nicht geschehen. Man muß das Zieheisen (Abb. 1148) teilen bezw. durch zwei Streben B ersetzen, welche infolge richtiger Wahl des Winkels α sich zusammendrängen und wie ein Zieheisen wirken.

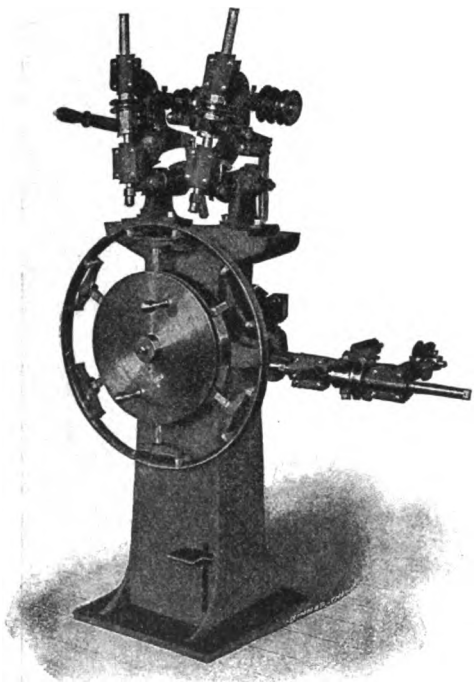
Nach dem zusammenstellen von Nabe, Speichen und Felge wird das Ganze auf einen Zapfen gesetzt und durch richtiges anziehen der Nippel gespannt und zentriert. Diese recht mühsame Arbeit wird in gut eingerichteten Fabriken wesentlich durch den Zentrier- und Spannapparat (Abb. 1142) erleichtert. Derselbe besitzt eine Anzahl ringförmig angeordneter selbstzentrierender Knaggen, über welche das einigermaßen fertiggestellte Rad gelegt wird und welche darauf von einer Stelle aus gleichmäßig nach außen geschoben werden, so daß die Felge stets genau über der Mitte bleibt. Dann werden die sämtlichen Speichen nach Bedarf nachgezogen und auf gleiche Spannung gebracht.

Digitized by Google

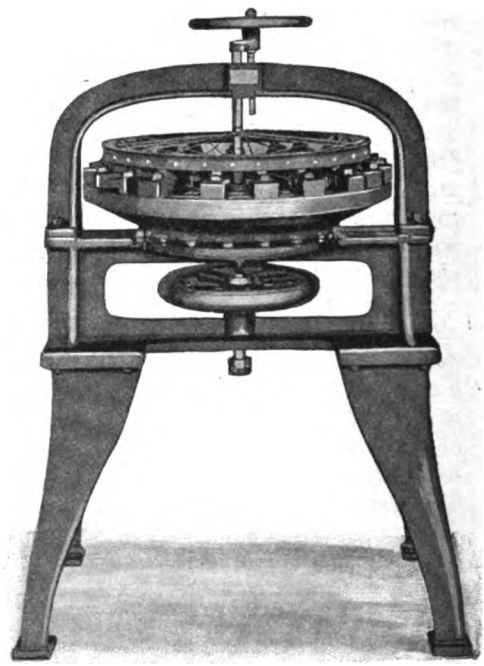
Dieselbe ist bei guten Rädern so groß, daß sich ein Mensch auf die Speichen des flach hingelegten Rades stellen und darauf herumtreten kann, ohne Schaden anzurichten.

Die Lagerung der sämtlichen beweglichen Teile des Fahrrades geschieht auf Kugeln.

Die Verwendung der Kugeln zur Lagerung scheint aus England zu stammen; wenigstens ist die älteste uns bekannte Lagerung, der Halsring des Panzerturms des auf der Werft von Samuda Brothers bei London gebauten preußischen Panzers „Arminius", mit Kugeln durchgeführt worden. Dieselben hatten einen Durchmesser von etwa 15 cm und lagen in einer kreisförmigen Rinne von nahezu halbkreisförmigem Querschnitt. Dieser Turm gab zu Ende der 60er Jahre zu interessanten Beobachtungen Veranlassung. Die Drehung versagte, und die Besichtigung ergab, daß die Kugeln im Laufe der Zeit aneinandergerollt waren, nachdem sie ursprünglich gehörig verteilt gewesen waren, sich also nicht berühren konnten.



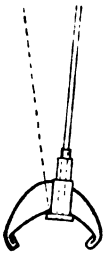
1141. Felgenbohrmaschine von Schuchardt & Schütte in Berlin. (Zu S. 396.)



1142. Zentrier- und Spannapparat. (Zu S. 397.)

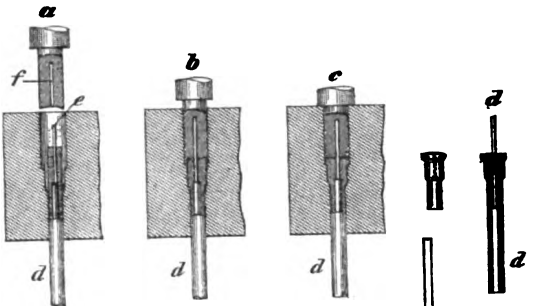
Abb. 1149 u. 1150 geben die sehr einfache Erklärung: Die Kugeln haben beim rollen an den sich berührenden Stellen entgegengesetzte Bewegung. Bei den hochpolierten und noch dazu geölten Kugeln der feinen Fahrradlager macht dies nichts aus; sobald aber rauhe Flächen und größere Kräfte auftreten, kann die Bewegungsfähigkeit, wie im erwähnten Falle, ganz aufhören. Referent, dem damals die Reparatur des Turmes übertragen war, half sich in der Weise, daß die Hälfte der Kugeln, abwechselnd, kleiner gedreht wurde, so daß diese nur als Zwischenrollen wirkten und nichts zu tragen hatten. Sie nehmen also jede Seitenreibung zwischen den Kugeln auf und erfahren nur solche (Abb. 1150) unten an der Lagerfläche, wo sie sich der Hauptbewegung entgegengesetzt bewegen. Wie aus der Abbildung zu ersehen, ist der Druck, mit welchem die Kugeln hier anliegen — die vertikale Diagonale des eingezeichneten Kräfteparallelogrammes — außerordentlich gering und um so kleiner, je geringer die Differenz der Durchmesser ist. — Aus dem Gesagten ergibt sich auch die Notwendigkeit, selbst die überaus glatten Kugeln

Digitized by Google

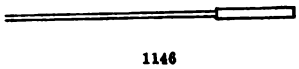


1143. Befestigung der Speiche in der Felge. (Zu S. 397.)

1144. Nippel und Speiche.



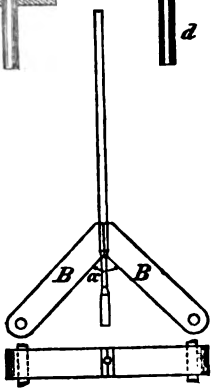
1145. Herstellung der Nippel. (Zu S. 397.)



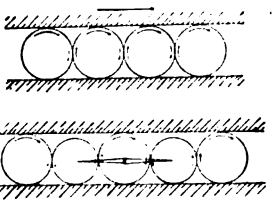
1146

1147

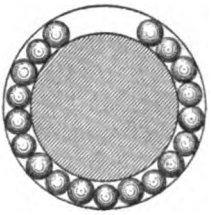
1146. Speiche mit einem Dickende. 1147. Speiche mit zwei Dickenden. (Zu S. 397.)



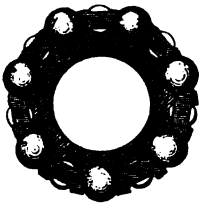
1148. Ziehen der Speichen. (Zu S. 397.)



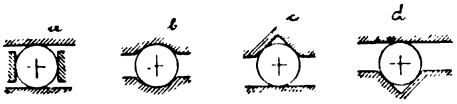
1149 u. 1150. Die Reibung der Kugeln.



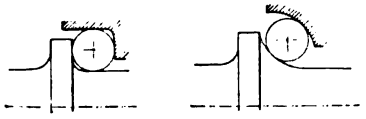
1151. Kugellager (Zu S. 400.) (System Haeblée).



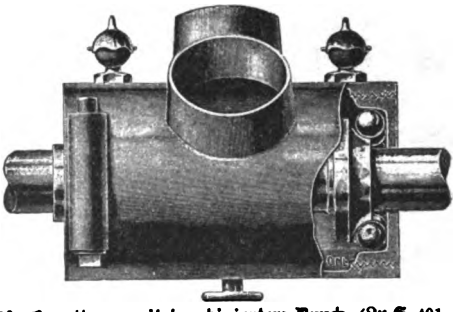
1152. Kugellager (System Burwell).



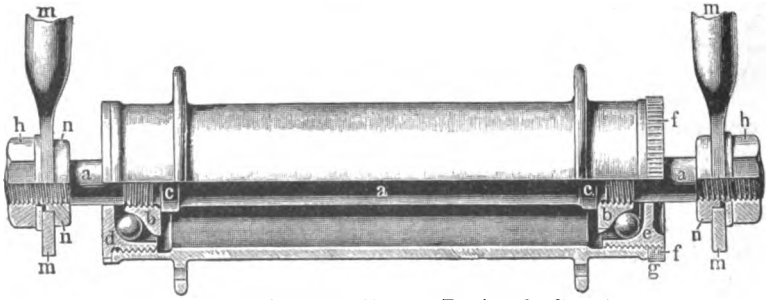
1153. Führung der Kugeln. (Zu S. 400.)



1154 u. 1155. Lageranordnung der Kugeln. (Zu S. 401.)



1156. Kugellager mit kombiniertem Druck. (Zu S. 401.

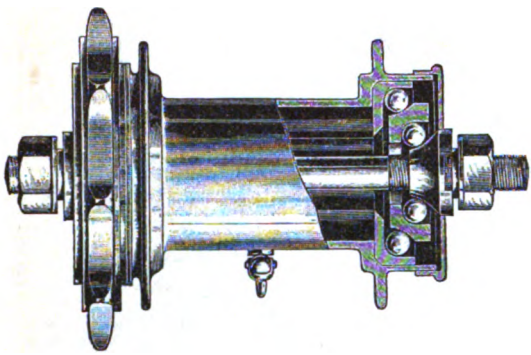


1157. Kugellager mit schrägem Druck. (Zu S. 401.)

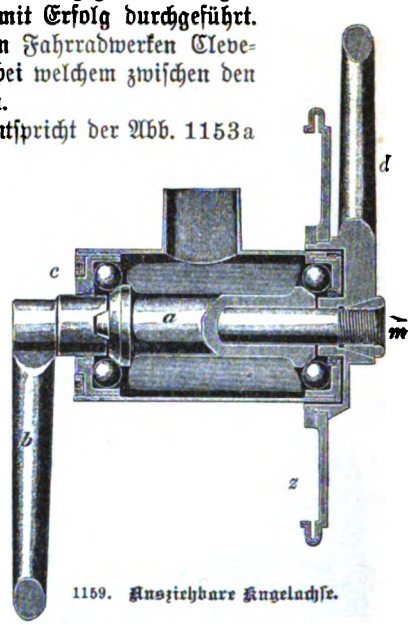
Digitized by Google

der Fahrräder zu ölen. Diese Notwendigkeit geht auf ein Mindestmaß herunter, wenn man auch bei Fahrradlagern den durch die Abb. 1150 angegebenen Weg einschlägt, wie durch Abb. 1151 dargestellt; Referent hat dies mit Erfolg durchgeführt. Dasselbe Ziel verfolgt das von den amerikanischen Fahrradwerken Cleveland eingeführte System Burwell (Abb. 1152), bei welchem zwischen den einzelnen Kugeln in Zapfen gelagerte Rollen liegen.

Die soeben angegebene Führung der Kugeln entspricht der Abb. 1153a und ist überall notwendig, wo die Kugeln gezwungen werden müssen, auf einer glatten Bahn

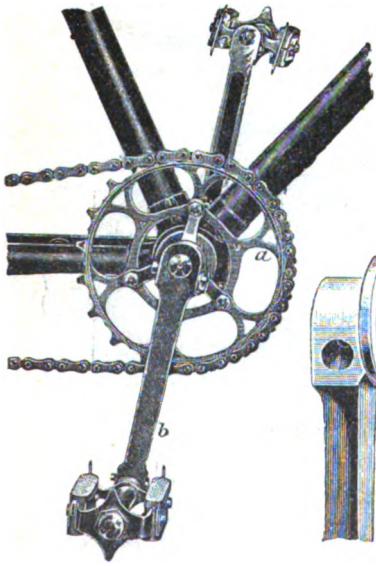


1158. Doppelkugellager der Rhenus-Fahrradwerke.

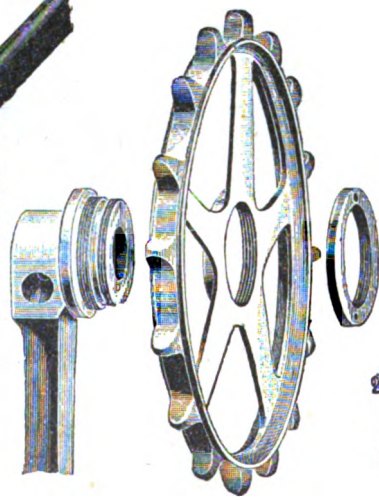


1159. Ausziehbare Kugelachse.

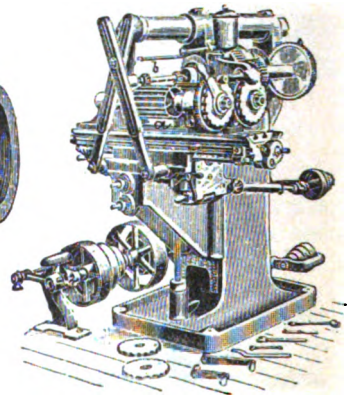
zu bleiben. Zuweilen laufen die Kugeln, wie bei den beiden Lagern des Gabelhalses, oben und unten in Rillen (Abb. 1153b). Da es hin und wieder jedoch schwer hält, diese Rillen genau gleich groß zu machen, so läßt man besser die eine — obere oder untere — eben, wie unter c und d angegeben. Diese Einrichtung ist bei Fahrrädern noch nicht ver-



1160. Der Kettenantrieb. (Zu S. 402.)



1161. Kettenrad und seine Befestigung an der Kurbel. (Zu S. 402.)

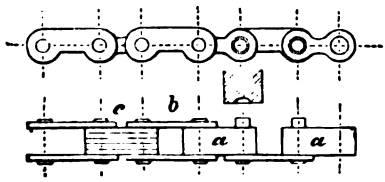


1162. Maschine zum fräsen der Kettenräder.

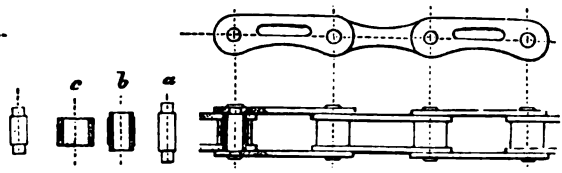
wendet worden, jedoch im eigentlichen Maschinenbau, z. B. bei den Drucklagern der Bohrspindeln, zu finden.

Die Kugel hat sich, offenbar nicht ohne wesentlichen Einfluß der Fahrräder, seit mehreren Jahren im Maschinenbau eingebürgert und zu großartigen Fabrikationen ge-

Digitized by Google



1163. Die kurzgliedrige Kette (Blockkette). (Zu S. 402.)

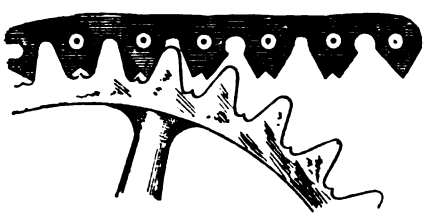


1164. Die langgliedrige Kette. (Zu S. 402.)

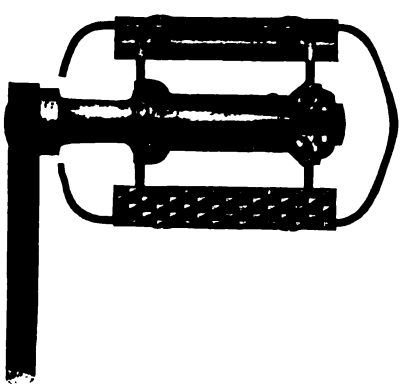
führt, weshalb der Herstellung derselben ein besonderer Abschnitt (Seite 316 ff.) eingeräumt worden ist.

Die Einlagerung der Kugeln erfolgt in verschiedener Weise. Die Abb. 1154 stellt die Lagerung mit senkrechtem Druck und Abb. 1155 solche mit schräger Druck- oder Klemmlagerung dar. Abb. 1156 zeigt ein vollständiges Kugellager mit kombiniertem Druck (zur Schale senkrecht und am Bund der Achse klemmend) und Abb. 1157 ein solches mit beiderseits schrägem Druck.

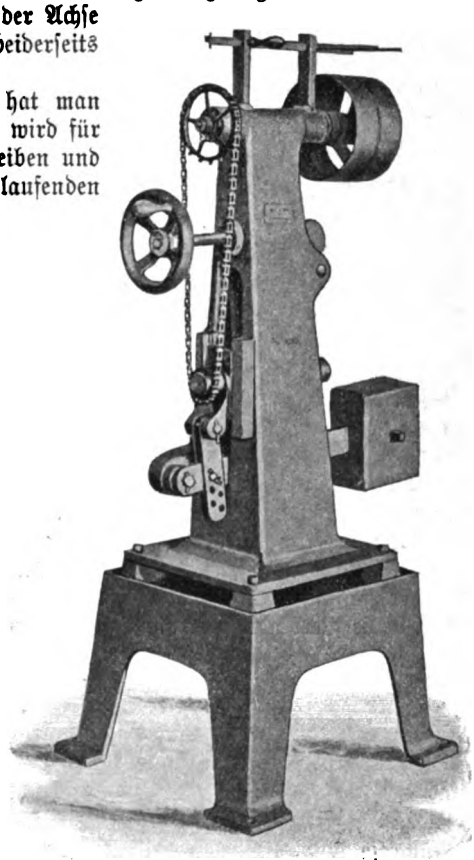
Auch Doppelkugellager (Abb. 1158) hat man verwendet (Rhenus-Fahrradwerke). Hier wird für gewöhnlich der eine Ring bewegungslos bleiben und nur dann in Thätigkeit treten, wenn in dem laufenden



1165. Hakenkette. (Zu S. 402.)



1167. Das Pedal. (Zu S. 402.)



1166. Maschine zum einlaufen der Kette. (Zu S. 402.)

Ring irgend eine Störung eingetreten ist. Auch die Cito-Fahrradwerke haben einen doppelten Kugelring. —

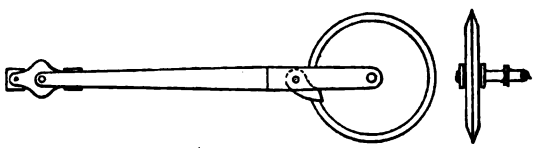
Die Kugeln sind gehärtet und laufen auf gehärteten Flächen. Über das Maß der Härte sind die Ansichten verschieden. Einige ziehen glasharte, andere mäßig gehärtete Kugeln vor. Da man weder die Achse noch das Lager hart machen darf, so legt man für beide Teile Stahlringe bezw. Stahlschalen ein, wie aus den Abb. 1156 bis 1159 zu erkennen. — Die letztgenannte enthält gleichzeitig eine neuere Einrichtung, bei welcher

Digitized by Google

die Besichtigung der Kugellager sehr erleichtert ist. Man hat nur die Mutter m zu lösen, worauf sich die Kurbel c mit dem Zahnrad z abnehmen und das rechte Lager öffnen läßt. Um zum anderen Lager zu gelangen, zieht man die Kurbelachse heraus, deren Kuppelungsstück d die Aufgabe hat, die Lagerhülse a mitzunehmen. Man hat auch Einrichtungen, bei denen die Achse selbst geteilt ist, so daß sich die Teile nach beiden Seiten herausnehmen lassen.

Der Antrieb erfolgt bei den meisten heutigen Fahrrädern durch Zahnrad und durch Kette. — Die ersteren hatten früher die Form gewöhnlicher Zahnräder, wie an den Abb. 1160 u. 1161 zu erkennen, sind aber nunmehr ganz wesentlich erleichtert und haben mehr oder weniger die Form der Abb. 1161 erhalten. Sie werden entweder durch Temperguß oder durch schlagen hergestellt, vielfach jedoch ohne Zähne, welche auf hierzu besonders eingerichteten Maschinen (Abb. 1162) gleich in einer größeren Zahl zusammen ausgefräßt werden. Neuerdings fertigt man sie auch sehr dünn (Abb. 1159z) und gibt ihnen eine Biegung, damit sie eine größere Arbeitsfläche erhalten, als die einfache Wandstärke bieten würde. Trotzdem liegt das Bestreben vor, den Zahn mehr lang — in der Richtung des Umfanges — als breit — in der Richtung der Achse — zu halten, was von der kurzgliedrigen Kette (Abb. 1163) zur langgliedrigen (Abb. 1164) geführt hat. Die erstere wird auch Blockkette genannt, weil sie aus Blöcken a und Blättern b besteht. Die Blöcke werden entweder massiv gehalten, wie in a angegeben, oder ebenfalls aus Blättern b zusammengesetzt. Die Verbindung erfolgt, wie aus Abb. 1163 zu erkennen, durch einziehen eines Stiftes, welcher durch Nietung verschlossen wird. — Die langgliedrige Kette ist durch auflegen einer Stahlhülse c (Abb. 1164) sehr dauerhaft gemacht worden. Freilich muß dann auch zur Einhaltung des richtigen Abstandes eine Hülse b eingesetzt werden, welche als Stift für das engere Glied dient. Zur Erleichterung werden die Glieder, wie aus der Abbildung zu erkennen, mit einer ausgestanzten Ausnehmung versehen. — Neuerdings hat man auch Hakenketten (Abb. 1165) eingeführt.

1168. Hochrad mit Kette „Kangaroo". (Zweite Hälfte der 80er Jahre.)



1169. Hebelantrieb für Fahrräder.

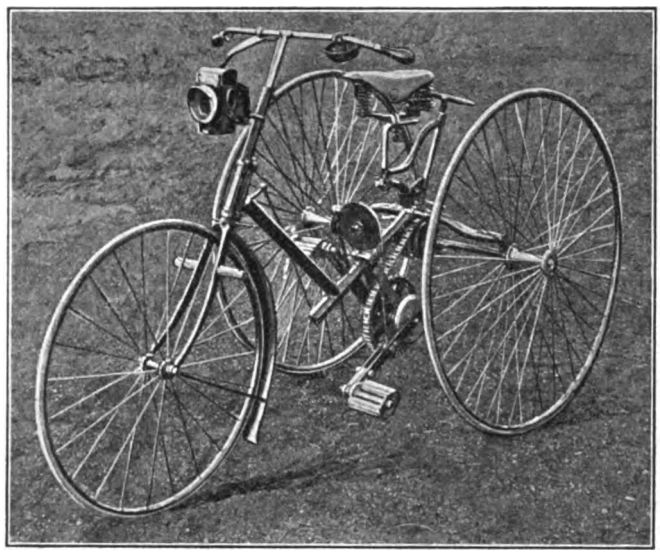
Die Herstellung der Ketten ist in einem besonderen Abschnitt (Seite 301 ff.) besprochen worden. Sie werden in der Fahrradfabrik noch einem Streckprozeß unterzogen, indem sie (Abb. 1166) unter Spannung längere Zeit laufen müssen.

Die Kurbel wird entweder aufgeschraubt oder aufgekeilt. Im ersteren Falle muß noch eine Sicherung für das Gegentreten geschaffen werden, damit sich die Kurbel nicht abdreht. Es hat sich daher der in den Abb. 1160 und 1161 erkennbare Rundkeil, ein Stahlbolzen mit Keilfläche, am meisten eingebürgert. — Das Ende der Kurbel trägt einen konischen Zapfen und das Pedal. Dasselbe (Abb. 1167) besteht aus einer der Ölhaltung wegen geschlossenen Hülse, welche auf Kugeln läuft und mit Hilfe zweier Stege die Tritt-

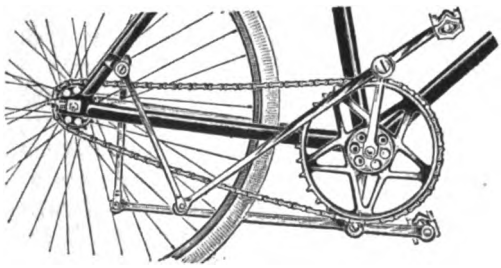
Digitized by Google

leisten trägt. Letztere sind vielfach kantige Gummistücke oder auch gezackte Blechleisten, welche dem Fuße einen sicheren Halt geben müssen. Auch hier wie überall am Fahrrad ist dem Geschmack und dem praktischen Gefühl der weiteste Spielraum gelassen.

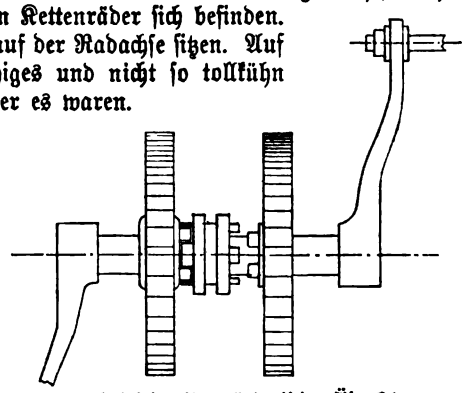
Der Zweck der Kette ist die Übertragung der Bewegung der Trittkurbelachse auf die Radachse. Bei der Anbringung der Kurbel am Niederrad (Abb. 1154) hatte sich herausgestellt, daß der Mensch viel mehr Kraft äußern könne, als das Rad beanspruchte, bezw. daß er, wenn er die mögliche Fahrgeschwindigkeit erreichen wolle, sehr schnell treten müsse. Man kam daher bald dazu, das Triebrad zu vergrößern und das andere nur als Stütze zu benutzen. So entstand das Hochrad, welches bis auf eine Größe stieg, die die Kunstfertigkeit eines Seiltänzers erforderte. Das Hochrad blieb daher hauptsächlich dem Sport geweiht, trug aber sehr viel dazu bei, die Nützlichkeit solcher Vehikel zur Anerkennung gelangen zu lassen. Man ging nun wieder mit der Radgröße zurück und ersetzte dieselbe (Abb. 1068) durch ein Vorgelege, so daß man niedriger saß, aber trotzdem die volle Kraft ausnutzen konnte. Zu diesem Behufe wurden auf beiden Seiten der Gabel Arme angebracht, welche die eigentlichen Triebachsen tragen, auf denen Kettenräder sich befinden. Diese arbeiten dann mit den Trieben, welche auf der Radachse sitzen. Auf diese Weise erhielt man ein gut gebrauchsfähiges und nicht so tollkühn aussehendes Rad, wie die gewaltigen Hochräder es waren.



1170. Dreirad mit Hebelantrieb, Haedicke 1887. (Zu S. 404.)



1171. Hebelantrieb von Paul Froehlich & Co. (Zu S. 404.)



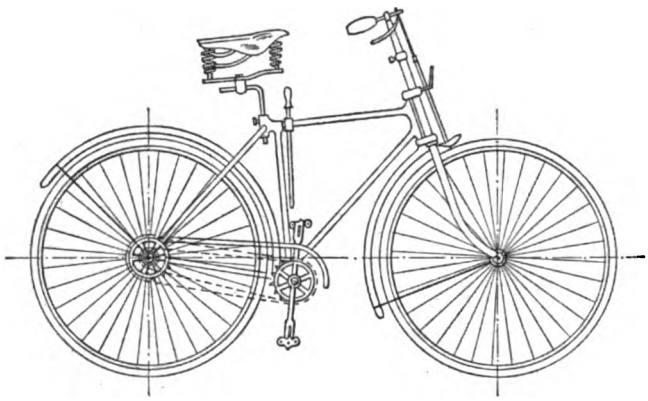
1172. Antrieb mit veränderlicher Übersetzung. (Zu S. 404.)

Dadurch aber war der Weg zum Nieder- oder Sicherheitsrad gebahnt, welches dem Fahrenden, wie bei dem alten Laufrad, gestattet, den Boden mit den Füßen zu erreichen. Nun erst war der Bann gebrochen, und die Welt hatte ein „Fahrrad". —

Die Änderung der Übersetzung, also des Weges bei neuer Umdrehung der Kurbel, ist überall da ein dringendes Bedürfnis, wo die Straße teilweise schlecht oder steil wird, und das namentlich für Radfahrer, welche Veranlassung haben, ihre Kräfte zu schonen. Die geringere Übersetzung gibt langsamere und dementsprechend leichtere Fahrt. — Das Ziel kann auf verschiedene Weise erreicht werden. Schon der Hebelantrieb (Abb. 1169) löst diese Aufgabe auf recht einfachem Wege. Derselbe enthält statt des Zahnrades nach

Digitized by Google

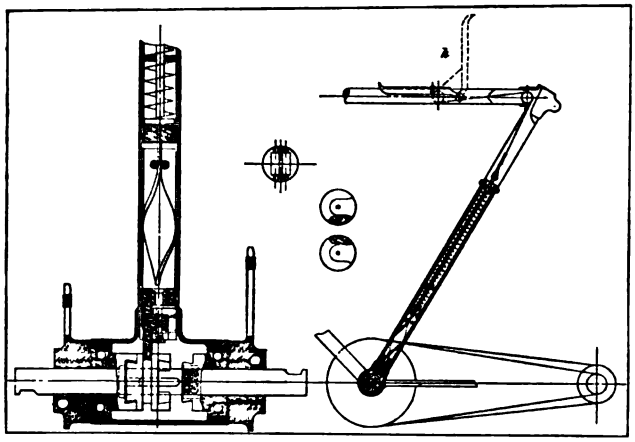
der Konstruktion des Referenten eine Friktionsscheibe, welche durch eine Klinke bethätigt wird, die sich an dem Hebel befindet; das Ende dieses Hebels trägt das Pedal. Wie bei den toten Punkten der Kurbel schießt das kräftig getriebene Rad während des aufgehens des Hebels voran. Dieser steht aber im Gegensatz zur Kurbel immer nahe der günstigsten Lage und wirkt stets nahezu mit dem vollen Moment. Bei der Bergfahrt hat also der Fahrende nur öfter zu treten und kann dabei stets seine volle Kraft aufwenden. Abb. 1170 zeigt ein solches Rad, mit dem die steilsten Straßen zu nehmen waren.



1173. Bergrad, Haedicke 1889.

Die beiden Pedale sind, wie aus der Figur ersichtlich, durch eine über eine Rolle gehende Schnur miteinander verbunden, so daß die eine Kurbel immer um so höher steht, je tiefer die Lage der anderen ist; die Kurbeln sind also voneinander abhängig wie bei der gewöhnlichen Anordnung. Eine recht hübsche Verwendung des Hebels, die ebenfalls den toten Punkt des einen Kurbelmechanismus bekämpft, ist das Hebelrad von Paul Froehlich & Co. in Köln (Abb. 1171). Bei diesem ist, wie bei der schwingenden Coulisse, der Arbeitsweg nicht unbedeutend größer als der leere Weg, ein Umstand, der das fahren namentlich bei Steigungen wesentlich erleichtert.

Die mit Ketten betriebenen Bergräder — wie wir diese umstellbaren Räder nennen wollen — zerfallen in zwei Gruppen. Die eine derselben hat zwei verschiedene, beliebig zu wählende Übersetzungen, was am einfachsten durch zwei verschiedene Zahnräder, zu beiden Seiten der Kurbel, erreicht wird, und die andere begnügt sich mit einer Übersetzung, also mit einem Zahnrade, und für die Bergfahrt mit dem direkten unmittelbaren Antrieb der Trittkurbelachse.



1174. Innere Umstellung (Haedicke) D. R.-P.

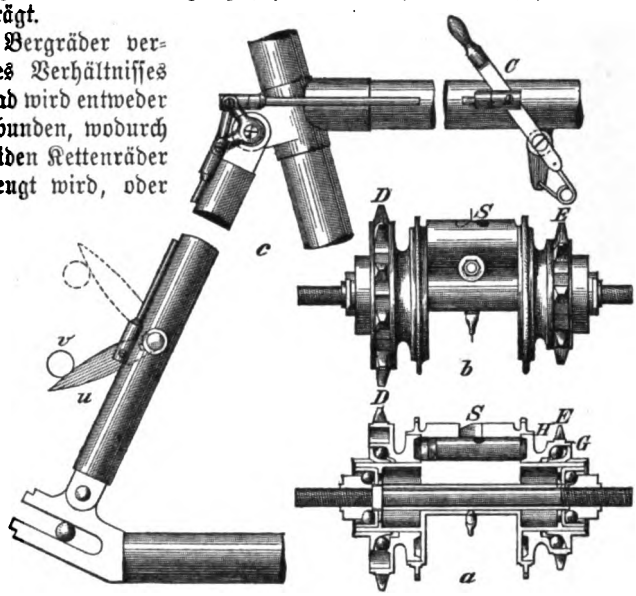
Bei der ersten Anordnung handelt es sich (Abb. 1172) darum, nach Belieben das eine oder das andere Rad mit der Achse in Verbindung zu bringen, was durch entsprechendes verschieben einer Klauenkuppelung bewerkstelligt wird. Abb. 1173 stellt ein solches Rad dar, bei welchem man also jederzeit die Umstellung bewirken kann. Die Umstellung geschieht hier mit einem in der Abbildung leicht erkennbaren Hebel, dessen Griff sich vor dem Sitz befindet. Dieser Hebel ist später (Abb. 1174) durch eine Vorrichtung ersetzt worden, welche vollständig verborgen innerhalb der Rohre liegt und durch einen vor dem Sitze befindlichen Klapphebel bethätigt wird. Der sehr einfache Vorgang ist aus der Zeichnung leicht zu ersehen.

Das Fahrrad Duplex wendet statt der Klauenkuppelung einen Bolzen an. Wir sehen (Abb. 1175) in D das große und in E das kleine Kettenrad und in S den Bolzen, welcher im Gehäuse läuft und je nach Bedarf nach rechts oder links in eine Vertiefung der mit dem Kettenrad verbundenen Scheibe geschoben wird, welche er dadurch mit dem Ge-

Digitized by Google

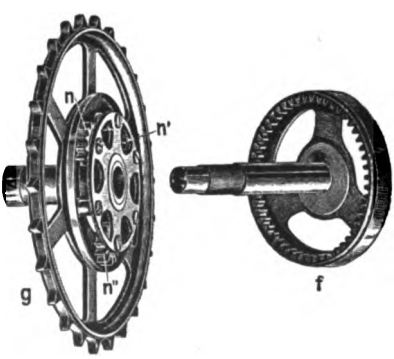
häuse verbindet. Dasselbe ist durch Feder und Nut mit der Achse verbunden und muß so mit dem betreffenden Kettenrade an der Umdrehung der Achse teilnehmen. Abb. b gibt die äußere Ansicht des Gehäuses und c die Vorrichtung an, vermöge welcher der Fahrende durch drehen des Hebels C einen Daumen aufwärts bewegt. An diesen Daumen stößt während der Fahrt eine Knagge v, deren Bewegung sich in einer hier nicht sichtbaren Weise auf den Bolzen S überträgt.

Die andere Gruppe der Bergräder verzichtet ganz auf die Wahl des Verhältnisses der Übersetzungen. Das Kettenrad wird entweder fest mit der Trittkurbelachse verbunden, wodurch eine von dem Verhältnis der beiden Kettenräder abhängige Geschwindigkeit erzeugt wird, oder diese wird verdoppelt. Das genannte Rad befindet sich (Abb. 1176) lose auf der Achse und trägt drei kleine Räder n, n' und n'', welche sich um Zapfen drehen, die fest mit dem Kettenrade verbunden sind. Diese Räder greifen in ein innen verzahntes Rad f, welches fest auf der Trittkurbel sitzt. Die Bewegung derselben setzt sich durch die drei Räder n auf ein Rad e (Abb. 1177) fort, welches mit einer Klauenkuppelung versehen ist, wie wir sie aus der Abb. 1172 bereits kennen gelernt haben, und verschiebbar, aber nicht drehbar auf der Achse sitzt. Wird diese Kuppelung nach dem Innenrad hineingerückt, wie auf der Abbildung gezeichnet, so nimmt diese an der Umdrehung des Triebes e teil, welche die doppelte Umdrehungszahl wie die Kurbel besitzt. Wird die Kuppelung nach der anderen Seite hin verschoben, so ist die Achse von dem Rädergetriebe frei und mit dem Zahnrad fest verbunden. In der Abb. 1178 ist die beregte Verbindung schematisch angegeben.

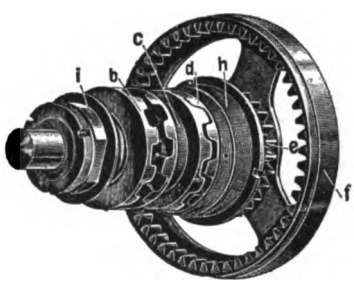


1175. Vorrichtung zum ändern der Geschwindigkeit.

Kettenlose Fahrräder. Die Kette führt so manche Unzuträglichkeit mit sich; namentlich ist es die Reinhaltung derselben und die Möglichkeit, daß fremde Körper sich in das Gezähne zwängen. Man hat daher vielfach versucht, sie durch andere Vorrichtungen zu ersetzen. Unter diesen ist es der Antrieb mit konischen Rädern, welcher sich am meisten geltend gemacht hat. Abb. 1179 zeigt diese Anordnung. Auf der Trittkurbelachse sitzt ein konisches Rad a, welches durch teilweise Fortnahme der Umkapselung an der Eingriffsstelle sichtbar gemacht worden ist. Dasselbe greift in ein kleineres konisches Rad b, dessen Welle innerhalb des seitlichen Gabelrohres liegt und welches mit dem auf der Radachse sitzenden Rad arbeitet.



1176. Radgehäuse für umstellbaren Antrieb.

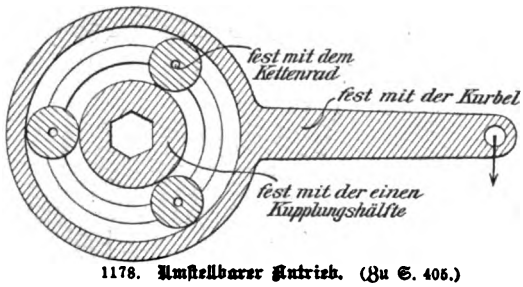


1177. Kuppelung für umstellbaren Antrieb.

Es ist klar, daß diese Einrichtung bei guter Ausführung dem Kettenantrieb gut an die Seite gestellt werden kann; zieht man doch im allgemeinen den unmittelbaren Eingriff

Digitized by Google

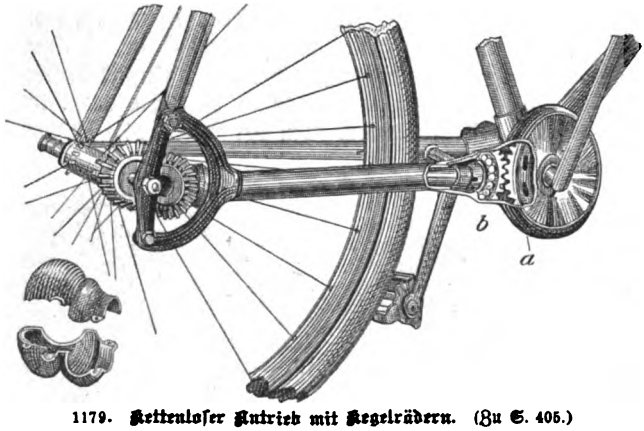
zweier Zahnräder dem Kettentrieb sogar vor. Auch die von Prof. Carpenter, Amerika, hierüber angestellten Versuche haben die ungefähre Gleichwertigkeit erwiesen. Aber eine Kette liegt auf dem ungefähr halben Umfang auf und kann außerordentlich dicht gehen, während dichtgehende Zahnräder recht selten sind. Dies hat die Fahrradgesellschaft „Danoise" zu Kopenhagen dazu geführt, das eine Rad als Zahnrad und das andere als Trommel auszuführen (Abb. 1180 u. 1181), deren Stäbe je für sich in Kugeln gelagert sind. Diese Einrichtung ermöglicht einen sehr dichten und außerordentlich leichten Gang und erfordert aber auch eine ganz besonders sorgfältige Arbeit. Es ist möglich, daß auf diesem oder ähnlichem Wege etwas geschaffen werden wird, was die Kette verdrängt. Einstweilen bleibt zu gunsten der letzteren immer noch der Umstand bestehen, daß die Kette allerlei Nebenbewegungen anstandslos gestattet, während gerade die konischen Räder für Verschiebungen sehr empfindlich sind.*)



1178. Umstellbarer Antrieb. (Zu S. 405.)

Auf diesem Gebiete ist noch eine Sonderheit zu erwähnen, welche dem abnehmenden Moment des Kurbelschubes Rechnung tragen soll. Es ist dies das unrunde konische Rad (Abb. 1182), welches für Fahrräder konstruiert sein soll.

Den Bestrebungen, die Eigentümlichkeit des Kurbelbetriebes zu ändern, mag ein anderes Kuriosum an die Seite gestellt werden, wonach man den Fußtritt und den Sitz schwingend gemacht hat, was, freilich schon vor längerer Zeit, zu der originellen Konstruktion der Abb. 1183 geführt hat. Hier ist a ein fester Punkt am Gestell, um welchen sich ein Radsektor dreht, im Eingriff mit einem ähnlichen für den Antrieb der Kurbelschleife b bestimmten, von wo aus eine Kette nach dem Hinterrad geht. Der um a schwingende Sektor wird durch aufstemmen der Füße in Rechtsdrehung und durch aufsetzen in Linksdrehung versetzt, wodurch die Kurbelschleife ihre auf- und niedergehende und damit die Kurbel die Drehbewegung erhält.



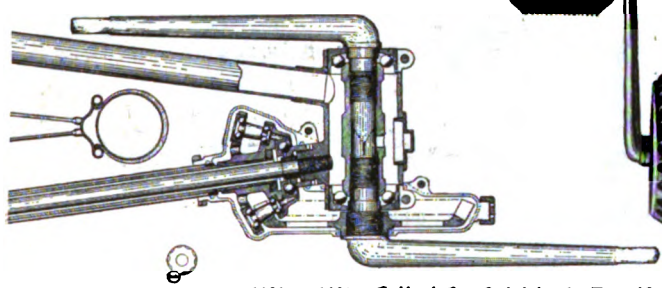
1179. Kettenloser Antrieb mit Kegelrädern. (Zu S. 405.)

Das Einrad. Gab das Zweirad bereits bei seinem Bekanntwerden Veranlassung zum kopfschütteln, so erscheint es noch schwieriger, sich die Möglichkeit des fahrens mit dem Einrad zu erklären. Bekanntlich ist es bei dem Zweirad die sogenannte feste Achse, die Festigkeit der rotierenden Ebene, welche die Möglichkeit des stabilen fahrens sichert, und mit der Erkenntnis dieses Umstandes geht die Erklärung Hand in Hand; das Rad ist ja wegen der zwei Stützpunkte in der Ebene selbst stabil. Bei dem Einrad indessen ist nicht sofort ersichtlich, warum der Fahrende nicht nach der einen oder der anderen Seite, in der Ebene des Rades umschlägt. Abgesehen nun von dem dem Künstler geläufigen und ja auch schon von den Kindern beim stelzenlaufen geübten balancieren kommt hier während der Fahrt der Druck zu Hilfe, welcher mit dem Fuß auf das Pedal ausgeübt wird; wenn man will, ganz ähnlich, wie beim gehen.

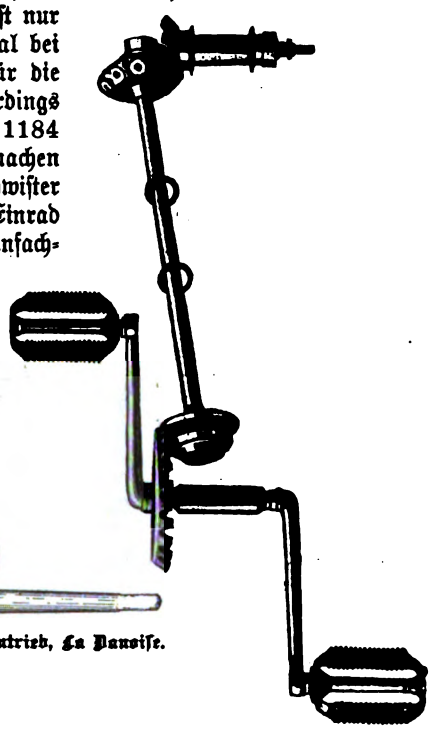
*) Eingehendere Darstellungen von Fahrradeinrichtungen findet der Leser in Dinglers „Polyt. Journal", Zeitschrift für Werkzeugmaschinen und Werkzeuge, Berlin.

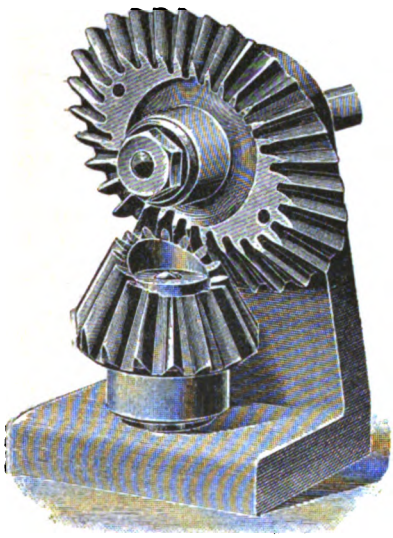
Digitized by Google

Der Mensch fällt beim ausschreiten nach vorn und schafft sich durch vorsetzen des Fußes einen neuen Stützpunkt; in gleicher Weise stützt sich der Einradfahrer beim vorfallen auf das Pedal, welches er treibt. Die große Kunst ist nur die, daß dieser kurze Stoß, der doch nur zweimal bei einer Umdrehung zur Geltung kommen kann, für die betreffende Zeit genügen muß. Hierzu gehört allerdings eine ganz hervorragende Gewandtheit. Abb. 1184 zeigt, wie man aus dem Zweirad ein Einrad machen kann — nach dem Vorgange der Fahrkünstler Geschwister Klein zu Chemnitz — und Abb. 1185 das Einrad dieser Künstler selbst. Bei der außerordentlichen Einfachheit dieses Vehikels kann man nur bedauern, daß das Rad niemals Gebrauchsrad werden kann. — Noch seltsamer erscheint das Fußrad.

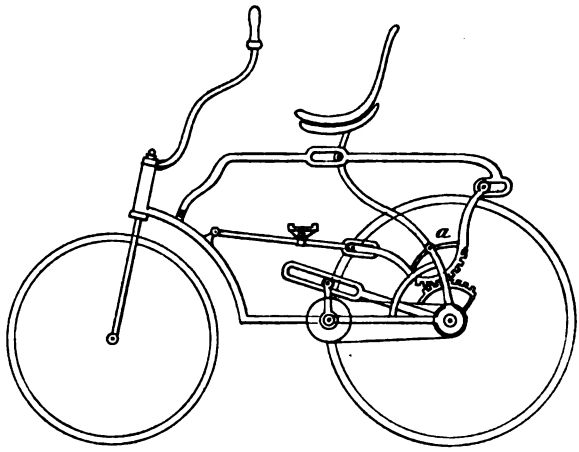


1180 u. 1181. Kettenloser Antrieb, La Bausse.





1182. Schiefes Kegelräderpaar.*)



1183. Antrieb mit schwingendem Sitz.

Hier fällt (Abb. 1186) auch der stützende Pedalstoß fort, und das balancieren beschränkt sich je auf die beim vorschwingen des freien Rades gebotene Gelegenheit.

*) Aus dem „Engineering." — Eingehende Darstellungen von Fahrradteilen findet der Leser in den letzten Jahrgängen von Dinglers „Polyt. Journal", der „Zeitschrift für Werkzeuge und Werkzeugmaschinen", im „Radfahrsport", „Automobil", „Cassicos Magasine", „Modern Cycles" und „Scientific American", sowie in den ausgezeichnet illustrierten Preislisten von Schuchardt & Schütte, Berlin, und de Fries & Co., Düsseldorf, welchen Werken einige der Figuren entnommen worden sind. Vgl. ferner die Abhandlungen des Verfassers: „Das Fahrrad und seine Herstellung", „Stahl und Eisen", 1897, sowie „Die Herstellung des Fahrrades", „Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleißes", 1898.

Digitized by Google

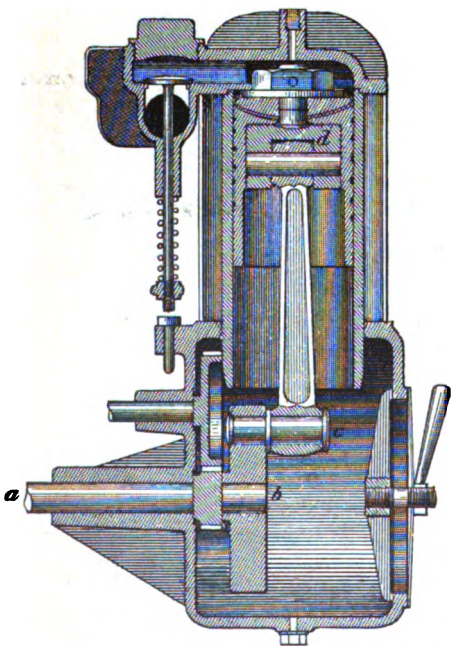
1184. Zweirad als Einrad. (Zu S. 407.)

1185. Einrad.

1186. Fußeinrad.

Das Motorrad.

So ziemlich gleichzeitig mit den Fortschritten in der Maschinenfabrikation entwickelte sich ein Maschinchen, welches ursprünglich für das Boot bestimmt war und den Ruderer ersetzen sollte. Diese Aufgabe ist längst gelöst, und die kleinen Boote, welche wir ruderlos ohne sichtbare äußere Triebkraft gewandt durch das Wasser eilen sehen, sind Beweis genug dafür. Man hat sich beeilt, diesen kleinen Motor dem Fahrrad zuzugesellen, und so das Motorrad geschaffen.

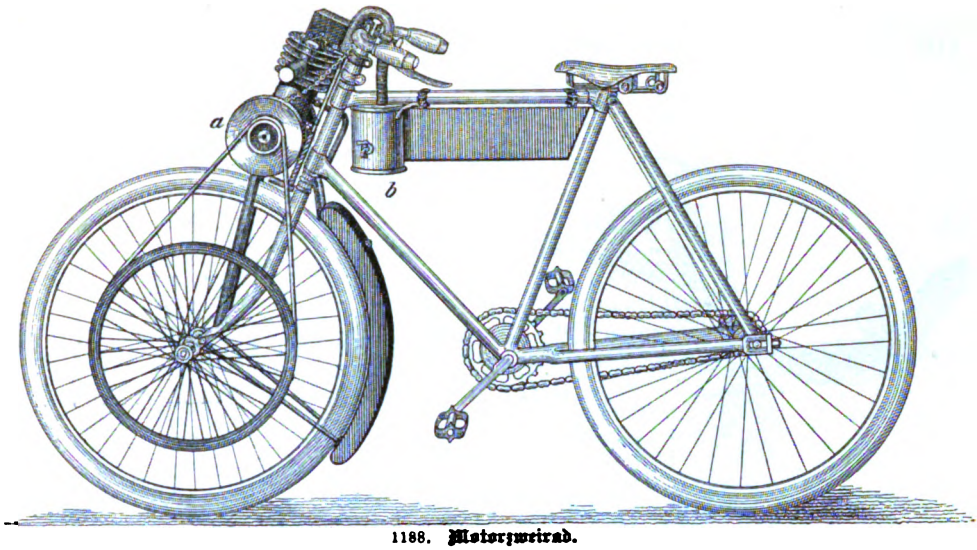


1187. Fahrradmotor „Kosmos".

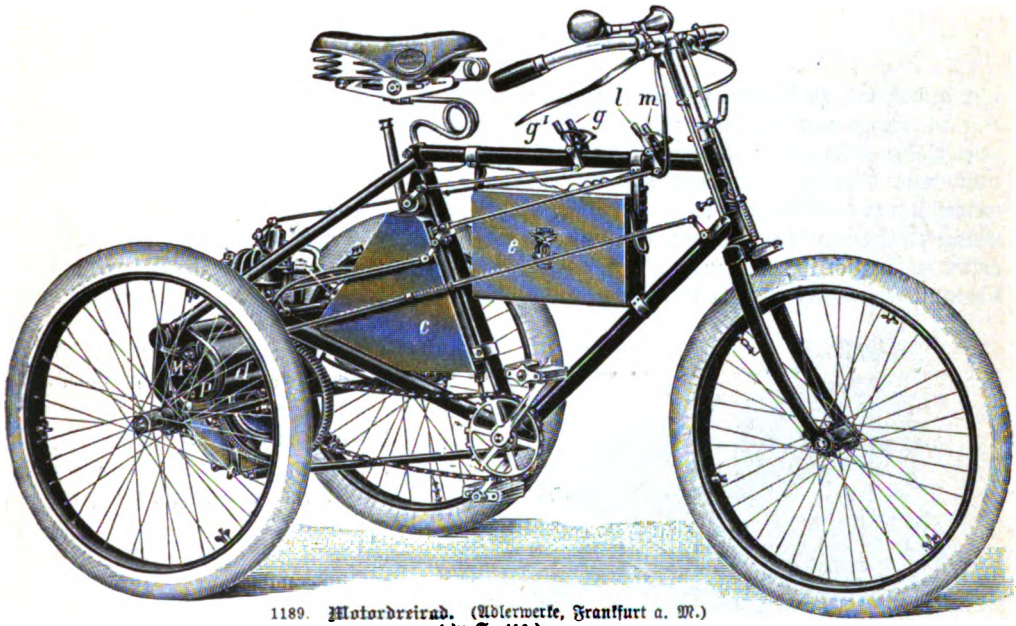
Die hierzu verwendeten Maschinen sind sehr verschiedener Konstruktion. Der Raum gestattet es indessen nicht, denselben näher zu treten, und es mag die Vorführung eines Vertreters dieses Zwerggeschlechtes der sonst so gewaltigen Motoren genügen. Abb. 1187 stellt den Kosmos-Fahrradmotor dar. a ist die meist durch eine Kette mit der Triebachse in Verbindung stehende Welle, b eine kleine Schwungkurbelscheibe, c der Kurbelzapfen und d der einseitig nur von oben her wirkende Kolben, e ist das gesteuerte Ventil, welches die zur Herstellung des explosiven Gasgemenges erforderliche Luft rechtzeitig einzulassen hat, und die schwarze Öffnung führt das Gas selbst, Benzin-, Petroleumdämpfe u. s. w., zu. — Dieser winzige Apparat ist vorn (Abb. 1188) vor der Lenkstange montiert, so daß bei a die Welle liegt. Der Fahrende ist also imstande, wie gewöhnlich zu fahren, sowie zu geeigneter Zeit den Motor mit zu Hilfe zu nehmen, der seinen Arbeitsstoff dem Gefäße b entnimmt.

Das Motordreirad führt uns wieder den Kreislauf vor Augen, den wir schon so oft gefunden. Der Fortschritt zwingt dazu. Die kleine Maschine ist viel zu kostbar, um

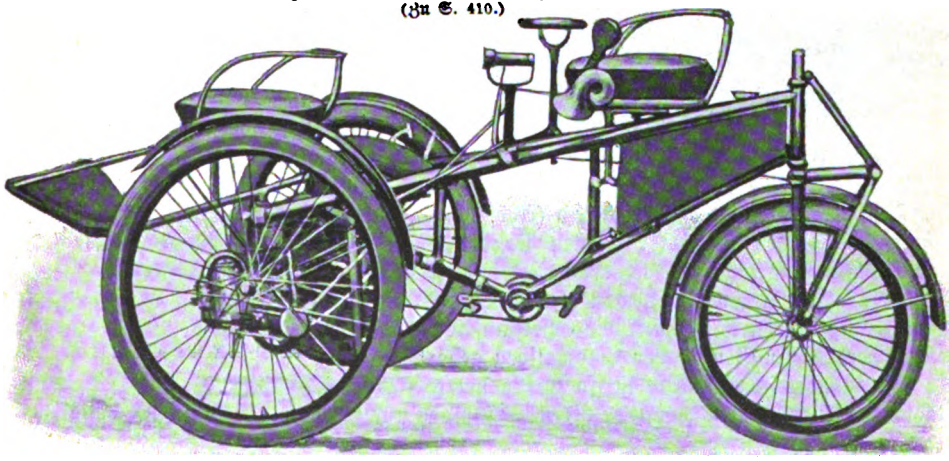
Digitized by Google



1188. **Motorzweirad.**

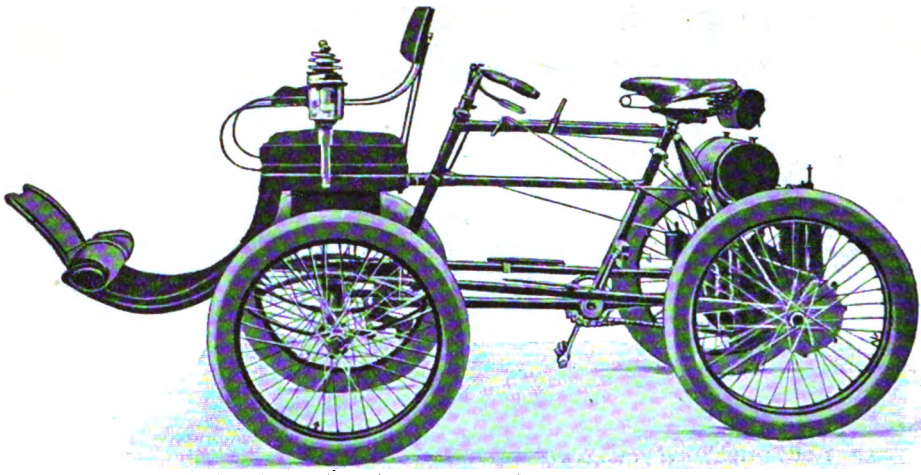


1189. **Motordreirad.** (Adlerwerke, Frankfurt a. M.)
(Zu S. 410.)



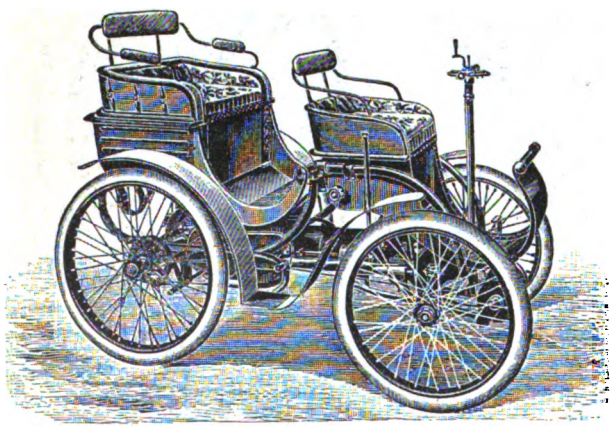
1190. **Motortandem.** (Zu S. 410.)

Digitized by Google



1191. Motorvierrad. (Stoewer.)

nur dem Sport zu dienen, und es liegt nahe, das Ganze etwas kräftiger zu gestalten, um eine vielseitige und möglichst nutzbringende Verwendung zu erzielen. Dazu reichen aber zwei Räder nicht aus, und schon die für weitergehende Zwecke recht erwünschte Stabilität führt zum Dreirad. Naturgemäß wird der Motor auf der hinteren Achse untergebracht, welche für diese Belastung am geeignetsten ist. Abb. 1189 zeigt eine solche Einrichtung, welche gleichzeitig daran mahnt, daß wir uns vom leichten Spiel entfernen, welches jedermann zugänglich ist, und zu Einrichtungen gelangen, welche bereits etwas fachmännische Kenntnis erfordern. Immerhin sieht das Ganze komplizierter aus, als es ist. Beim Motorzweirad liegt alles schön zur Hand, während hier alle die verschiedenen Hebel von vorn her bedient werden sollen, wodurch zum Teil die verschiedenen Stangen bedingt werden.



1192. Automobil. (Bielefelder Maschinenfabrik.)

Dem Motordreirad zur Seite steht das Motortandem (Abb. 1190), welches eine Ausbildung nach dem Sportlichen vertritt. Es hat, der üblichen Bedeutung des Wortes „Tandem" entsprechend, zwei hintereinander befindliche Sitze, so daß zwei Personen befördert werden können, von denen im vorliegenden Falle allerdings nur die eine treten kann.

Dem Dreirad folgt das Vierrad (Abb. 1191), welches vom Fahrrad nur noch den Rahmen, die Räder mit ihrer leichten Bauart und den zusätzlichen Kurbelantrieb hat. Man fühlt heraus, daß der letztere dem Motor gegenüber schon sehr zurücktritt. Und lassen wir diesen Antrieb fort, womit auch der Sitz und damit die aufrechte Rahmenform fortfällt, so gelangen wir zum letzten Glied unserer Reihe, dem Automobil (Abb. 1192), welches bereits zur Gruppe der Lokomotiven gehört.

So jung dieses Fahrzeug ist, so kräftig hat es sich bereits namentlich in den großen Städten geltend gemacht, einer der vielen Triumphe unserer heutigen Maschinenindustrie.

Digitized by Google

Namen- und Sachregister.

A = Abbildung, T = Tafel, die Ziffern bedeuten die Seitenzahlen.

Lachen, Nähnadelfabrikation zu 209.
Abfasung an Bolzenmuttern 242.
Abflammen des Stahles 139.
Abgraten eiserner Bolzen 239, A 238.
Abkantemaschine (Klempn.) 169, A 170.
Ablöschen der Feilen 352; — des Stahles 137.
Abhäsionsplatte A 141.
Adt (Drahtstiftfabr.) 228.
Ägyptische Schmiede A 4; — Schmiedefeuer A 4.
Akkumulator für hydraul. Schmiedepressen 26, A 27 f.
Alard (Blechind.) 163.
Altena, Drahtstiftfabrikation zu 217.
Amboß, Kleinschmied am, A 145; — zum Spannen der Sägen 332, A 330; — Feilenhaueramboß 145, 342, A 146, 343.
Amboßstock (Klempn.) A 179.
Amerika: Feilenfabrikation 338, 342; — Maschinenbau 126.
Amerikanische Axt A 800; — Gartenschere A 281; — Gasschmelzofen u. -Anlage (Eisengieß.) 68, A 68 f.; — Härteofen mit hydraulischer Pressung für Kreissägen 331, A 330; — Nachlaßofen (Stahlhärt.) 140, A 141; — Preßhärtekasten (Stahlhärt.) 140, A 141.
Angel am Messer 265, 267.
Angell (Schraubenherst.) 252.
Anlöpfen der Drahtstifte 230; — der Stecknadeln 214.
Anlassen der Haarnadeln 210, A 211; — der Sense 292; — des Stahles 139.
Anlaßofen (Schlittschuhfabr.) 361, A 360.
Anlauffarben des Stahles 139.
Anreißen (Maschinenbau) 114.
Anschleifen der Stricknadeln A 212.
Anschneiden der Spitze in der Nagelfabr. A 218.
Anspitzen der Haarnadeln 210, A 211; — Haarnadelspitzmaschine A 211; — des Walzdrahtes 58.
Anstauchen der Nägel A 218; — der Stecknadeln 216.
Anstreichen des Eisens 161.
Arbeitsmaschinen 118.
Arbeitsteilung im Maschinenbau 122.
Armfeile 338, A 339.
Arnsscher Lufthammer 152, A 151.
Aue i. S., Klempnerschule zu 180.
Aufblatten s. Überblatten.
Aufwerfhammer (Eisenverarbeitung) 149.
Augenscheren (Klempner) A 168.
Augsburg, Nagelherstellung zu 217.
Ausgleichgrube (Walzwerk) A 47.
Ausleſemaschine für Kugeln A 328.
Automobil A 410.
Axt, amerikanische A 800.

Baaders Laufrad 377, A 376.
Backen zur Herstellung von Drahtstiften A 231.
Backenbohrer (Gewindebohrer) 247, A 249.
Bambusfahrrad 384, A 382.
Bandagenwalzwerk 54; — der Rheinischen Stahlwerke zu Ruhrort T 56; — Walzen 54, A 55.
Bandkaltsäge 335.
Bandmetallsäge 334, A 333.
Bandsägefeilmaschine A 329.
Banks (Nadelind.) 201.
Banningscher Dampfhammer A 23.
Bansensches Drahtwalzwerk A 228.
Barff & Bower (Eisenind.) 165.
Basse und Selve, Schmelzofen von 71, A 72.
Bauchfäge, hinterlochte, 333, A 332.
Baume & Marpent (Eisenverarb.) 84.
Baumschützer aus Draht 193, A 194.
Bäché & Grohs, Dampfriemenhammer von 152, A 150; — Lufthammer 153, A 152 f.
Bechem & Post (Eisenverarb.) 9.
Beckesche Drahtreinigungsmaschine A 228.
Befestigungsketten 301.
Behne & Herz (Maschinenb.) 124.
Beil 297, A 300; — alte Beilformen 297, A 298; — Handbeil A 296; — Hackbeil A 295; — Schlächterbeil A 299; — amerikan. Axt A 300.
Beißzange aus Preßblech 188, A 184.
Belzen der Feilen 356, A 353; — der Stecknadeln 215; — des Walzdrahtes (Drahtstift) 226.
Belgische Hafersense A 293.
Bergrad A 404.
Bergscher Gewindebohrer 247, A 249.
Berliner Scheren (Klempn.) A 168.
Bessemerstahl 132.
Bessemer-Mischstahl 132.
Betzsche Drahtreinigungsmaschine A 228.
Beizlüge, chemische, metallische, auf Eisen 163.
Bezugsfeile A 356.
Biegen der Haarnadeln 211, A 212.
Binder (Feilenfabr.) 354.
Birmingham, Nagelfabrikation zu 217.
Blasebalg für Schmiedefeuer 11, A 12; — cylindrischer A 12.
Blasen der Feilen 354.
Blattfitting (Fahrradind.) 388, A 386.
Bläuen von Eisenwaren 165.
Blaumaschine (Nadelind.) 207.
Blech, Verzinnen des 163, 166, A 163.
Blechgebilde 166; — Blechschlägerei zu Anfang des 16. Jahrh. A 166; — römischer Schuppenpanzer A 166; — römische Helme 166, A 167; — Ellenbogen- und Lochscheere A 167; — Blechscheren 167, A 168; — Hübnerschere 167, A 169; — Hebelscheren 168 f., A 169 f.; — Tafelschere 168, A 169; — Kreisschere 168, A 170; — Lochstanze 169, A 170; — Abkantemaschine 169, A 170; — Kastenbiegemaschine 169, A 171; — Rundmaschine A 171; für Trichter A 272; — Eckverbindung, Löten und Falzen A 172; — Bördeln und Kanten A 172; — Sicken-, Bördel- und Drahteinlegemaschine A 172; — Bördelscheiben 172, A 173; — Einfassen von Draht 175, A 173; — Sicken am Boden 175, A 173; — Sicken eines Ofenknies 175, A 173; — Bildung eines Gesimses 175, A 173; — Falzen des Bodens 175, A 173; — Doppelfalz 175, A 173; — Rohrfalz-Zudrückmaschine 175, A 174; — Bockschere 176, A 174; — Kurbelpresse 176, A 174; — Topfziehen 176, A 175; — Herstellung nahtloser Ringe 176, A 175; — Ziehen einer Schüssel 176, A 175; — Ziehpressen 176, A 176 f., 178; — Rollen auf der Drehbank 177, A 178; — Metalldrücken auf der Drückbank 177, A 178; — Freidrücker 178, A 179; — Drücker 178, A 179; — zusammengesetztes Modell 178, A 179; — Klempnerei s. d.; — Fabrikation gelochter Bleche s. Preßblechindustrie; — Herstellung der Stahlfeder s. Stahlfeder.
Blechgitter aus Streckblech A 182; — Maschine zur Herstellung von 182, A 188.
Blechscheren 167, A 168, 281; — mit Hebel 287, A 286.
Blechwalzen 49.
Blechwalzwerk aus dem Jahre 1615 36, A 37.
Blockkette (Fahrrad) 402, A 401.
Blumenschere 288, A 287 f.
Blutrinne a. d. Klinge 261.
Bochumer Verein für Bergbau und Gußstahlfabrikation, Maschinen- und Kanonenwerkstätte des T 128.
Bockschere (Klempnerei) 176, A 174.
Boecker (Drahtstiftfabr.) 228.
Bogensäge 335, A 333.
Bogenzirkel 368, A 366.
Bohrkasten (Maschinenbau) A 116.
Bohrmaschine, transportable, nach Kodolitsch A 128.
Böker, Moritz (Feilenherst.) 358.

Digitized by Google

Bolzen an der Schere 285.
Bolzen u. Nieten, Herstellung von 286; — Schmieden, Schweißen des Bolzenkopfes A 286; — Friktionsschraubenpressen 287 f., A 286 f.; — Stempeln des Kopfes A 287; — Revolvernietenpresse 289, A 288; — Abgraten 289, A 288; — Mutterschmiedemaschine A 289; — Schmieden, Schweißen, Kanten der Mutter 289 f., A 289; — Mutterpresse 240, A 241; — Mutterfräsmaschine A 242; — Härten stählerner Bolzen 188, A 189.
Bolzenpressen 287.
Bonesshaker (Fahrrad) 377. A 376.
Borax beim Löten 144; — beim Schweißen 142.
Bördeln der Bleche 172, A 172; — Sicken-, Bördel- und Drahteinlegemaschine A 172; — Bördelscheiben 172, A 173.
Borsig, John Friedrich (Lokomotivenbau) 108, Porträt A 107.
Bouchacourt & Delille (Holzschraubenfabr.) 254.
Bradley-Hammer 149, A 148.
Bramme 31, 49; — gegossene für eine Kurbelpresse A 32.
Branca, Physiker 86.
Brasilianische Schere (Klempnerei) A 168.
Brause & Cie. (Stahlfederind.) 185 f.
Breitung der Säge A 325; — der Sense 292, A 294.
Bremer Stichel A 298.
Bremmen, Eisenblöcke 49.
Brennlack 161.
Brent, R. A. (Maschinenfabr.) 306; — ungeschweißte Gliederkette A 306.
Brinkmannscher Dampfhammer A 23.
Bruchlotz (Walzw.) 40.
Brünieren v. Eisenwaren 164.
Büchsenschere A 281.
Bund am Messer 267; — Ansetzen des A 264.
Burwells Kugellager f. Fahrräder 400, A 399.
Butterberg & Keller (Reißzeugfabr.) 371.
Byrgins, Mechaniker 365.

Carpenter (Fahrrad) 406.
Caus, Salomon de, Physiker 86.
Cavés Dampfhammer A 17.
Chabotte a. Dampfhammer 18.
Chapingrube, Preßluftleitung der 154, A 155.
Chemnitz, Werkzeugmaschinen-Werkstätte der Sächs. Maschinenfabr. in T 128.
Chinesen, Eßbesteck der A 264; — tragbarer Schmelzofen 67, A 66; — Schwebehammer 150, A 148.
Chisel Saw Co. (Sägenfabr.) 334.
Circle Cycle Co., Fahrrad der 381, A 379.
Cito-Fahrradwerke 401.
Clement (Fahrradind.) 380.
Condies Dampfhammer A 17.
Coquillen (Eisengieß.) 71.
Coriate, Thomas 264.
Cormay (Nagelind.) 233.
Corts' Feilenfabrik A 341, 350 f., 353, 355; — Walzwerk 37.
Cowper, W. A. (Fahrrad) 377.
Cronenberg, Sensenindustrie zu 291; — Nagelfabr. 217.
Cylindergebläse für Schmiedefeuer 13, A 14.

Daelens Bandagenwalze 54, A 55; — Dampfhammer 23, A 17; — Schmiedepresse 24, A 26; — Universalwalzwerk A 48.
Daelen, R. M.: Druckübersetzer f. Schmiedepressen 27, A 29.
Dahlhaus (Eisenind.) 149.
Damascieren der Klingen 188.
Damastschwerter, alte römische oder deutsche A 262.
Damaststahl A 188.
Damenräder 381, A 379.
Dampfhammer 16; — grundlegende Systeme A 17; — doppeltwirkender 20, A 21 f.; — Gas-, Transmissions-, elektr. Hammer 23; — Banningscher A 23; — Brinkmannscher A 23; — Daelenscher 23, A 17; — Henckelscher 21, A 22; — Nasmyth-Hammer 18, A 17 f.; — zum Ausschmieden der Fellen 340, A 341.
Dampfhydraulische Schmiedepresse von 10 000 000 kg Druck A 25.
Dampfmaschine, Geschichte der 107; — oscillierende 104.
Dampfpumpe für hydraulische Schmiedepresse 26, A 27.
Dampfriemenhammer 152, A 150.
Dampf-Schnellschmiedepresse mit Wasserdruckübertragung 28, A 30.
Dampfstrahlgebläse für Schmiedefeuer 11, A 12.
Danoise-Fahrräder 406; — kettenloser Antrieb A 407.
Deckscheiben am Zirkel 370, A 367.
Delay (Walzw.) 48.
Delisle (Schraubenfabr.) 256.
Dengeln der Sense 292.
Derbyshire, Nagelherstellung zu 217.
Despreys elektr. Hammer 23; — elektr. Kraftübertragung 111.
Deutschland: Drahtstiftfabrikation 217; — Fellenfabrikation 337; — Nähnadelfabrikation 209; — Stahlfederfabrikation 185; — technisches Schulwesen 126.
Deverel, Ingenieur 16.
Dick (eis. Rohre) 314.
Dieselmotor 110.
Dillinger Fabrik gelochter Bleche 180; — Panzerplattenwalzwerk 51.
Dixton (Feilenfabr.) 348.
Dominikus (Sägenfabr.) 333.
Doppelfallwerk zum Schlagen grober Scheren 238, A 265.
Doppelfedertlemmung an Scheren 284.
Doppelfeile 340, A 341.
Doppelkugellager der Rheinus-Fahrradwerke 401, A 400.
Doppelschlichtfeilen 339.
Döpper an der Nietenpresse 239.
Dornwalze 308, A 309.
Dörschel (Messerschmiedek.) 273.
Drahteinlegen bei Blechwaren 175, A 173; — Sicken-, Bördel- und Drahteinlegemaschine A 172.
Drahtgebilde 189; — genietete Panzerringe A 189; — röm. Ringpanzer A 189; — Panzergeflecht 189; — Drahtgewebe 189; — Drahtflechtspule A 189; — Knicken d. Drahtes A 190; — Durchpressen des Drahtes A 190; — Preßgitter A 190; — Wellengitter A 190; — mechanische Drahtweberei A 191; — Drahtgeflechte 192; — Dreieckgeflecht A 192; — Viereckgeflecht A 192; — Sechskantgewebe A 192; — Flachspiralgeflecht A 193; — Spule der Windemaschine A 193; — cylindrisches Spiralgeflecht A 193; — Winden der Spiralen A 193; — Gerätschaften aus Draht 193, A 194; — Drahtkapsel für Preßflaschen 193, A 194; — Drahtriemen 193, A 196; — Stacheldraht 193; A 196; — Arbeitssaal einer Drahtweberei A 196; — Arbeitswerkstätte e. Drahtwarenmaschinenfabrik A 197.
Drahtkappen für Preßflaschen 193, A 194.
Drahtreinigungsmaschinen (Drahtstiftfabr.) A 228.
Drahtriemen 193, A 196.
Drahtsieb 182, 193, A 180, 194.
Drahtstiftfabrikation 225; — Drahtwalzwerk 225, A 226; — Polterbank A 226; — Fabrikation von Zieheisen 226, A 227; — Ziehbank A 227; — Glühtopf 227, 229, A 228; — Drahtreinigungsmaschine v. Betz A 228; — Drahtreinigungsmaschine von Becke A 228; — Drahtwalzwerk v. Bansen A 228; — erster Streckapparat A 229; — rotierender Streckapparat A 229; — Rogers' Nagelmaschine A 230; — Drahtstiftmaschine von Malmedie u. Co. 232, A 231; — Backen zur Trennung und Zuspitzung der Drahtstifte A 231.
Drahtwalzwerk von Bansen (Drahtstiftfabr.) A 228.
Drais', von, Laufmaschine 375, A 376.
Draisine 377.
Drehbank im Maschinenbau 122; — Rollen auf der (Klempn.) 177, A 178; — zum Gewindeschneiden 247, A 250 f.; — für Metallkugeln 319, A 318; — Kugelstab A 317; — Drehstahl A 317.
Drehbankherz aus Preßblech 188, A 184.
Drehstahl, Stahlscheibe als (Gewindedrehbank) 248, A 251.
Dreieckgeflecht (Drahtind.) A 192.
Dreirad f. Fahrrad, Motorrad.
Dreispitzzirkel 368, A 366.
Drehwalzwerk 43, A 43; — Walzenständer A 43; — mit loser Mittelwalze A 44; — zu Longwy T 51.
Drillen der Nadeln 207, A 210, 213.
Drucken auf Eisen 161.
Druckbank, Metalldrucken auf der (Klempn.) 177, A 178; — Drücker 178, A 179; — Freidrücker A 179.
Druckübersetzer für Schmiedepressen 27, A 29.
Dubreuil (Nagelind.) 234.
Duisburger Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft vorm. Bechem & Keetmann A 120.
Dunlop (Fahrrad) 378.
Duowalzwerke 42.
Duplex-Fahrrad 404; — Vorrichtung zum Ändern der Geschwindigkeit A 405.
Düsseldorf-Oberbilk, Dreherei der Maschinenfabrik von Ernst Schieß in A 121.
Dutzendfeilen A 339.

Oberswalde, Hufnägelfabrikation zu 228.
Eckstücke für Fahrräder, Herstellung der 384.
Ehlis (Fahrradind.) 380.
Ehrhardt (Eisenind.) 309 f., 335.
Einbriefen der Stecknadeln 215.
Einguß (Eisengieß.) 75.
Einnieten (Eisenind.) A 142.
Einrad 406, A 408.
Einsatzhorn (Klempn.) A 179.
Einsatzreißfeder 369, A 367.
Einsatzzirkel 368, A 366; — Bildung der Einsatzhöhlung 370, A 367; — Gelenke der Einsätze 370, A 368; — Einsatz für das Rundsystem 378, A 371.
Einschlagzirkel 368, A 366.
Einzelstaurenwalzen 57.
Eisen, Verarbeitung 8; — Schmiede 8; — Walzwerk 36; — Eisengießerei 61; — Maschinenbau 108; — Stahlwaren- und Kleineisenindustrie 130.
Eisenbahnräder, Herstellung 33, A 34; — Schmiedefeuer für 6, A 8.
Eisenbahnschienen, Kaliber für A 46.
Eisengang (Luppe) 5.
Eisengießerei 61; — Geschichtliches 61; — tausendjähriger Hochofen A 61; — Gußplatte von 1571, A 62; — Kochtöpfe aus dem 16. Jahrh. A 63; — gußeiserner Ofenfuß (15. Jahrh.) A 63; — das Schmelzen 64; — Flammofen 65, A 64; — Kupolofen 65, A 64; — Kriegarofen 65, A 64; — Herdofen 66, A 64; — Handpfanne 67, A 65; — Kranpfanne mit Schneckenantrieb 67, A 66; — tragbarer chinesischer Schmelzofen 67, A 66; — Tiegel am Kran 68, A 67; — Tiegelofen A 68; — amerikanischer Gasschmelzofen u. -Anlage 68, A 68 f.; — Herstellung der Tiegel 68, A 70; — Platofen 71, A 70 f.; — Schmelzofen von Basse & Selve 71, A 72; — Das Formen: Herstellung der Formen 72; — Gießform für endlose Gußstücke 72, A 73; — Formsandmischmaschine A 73; — Trocknen der Form A 73; — Trockenkammer A 74; — Herdformerei A 74; — Formerwerkzeuge 74, A 75; — Kastenformerei 75, A 76; — Stampfer 76, A 78; — Kernkasten A 78; — Formen der Rolle A 79; — dreiteiliger Kasten A 80; — Rohrkasten A 80; —

Digitized by Google

Tischformerei 76, A 81; — Kernstützen A 82; — Schablonenformerei A 82; — Formen einer Glocke, einer Schiffsschraube A 83; — Formen einer Riemenscheibe 83, A 84; — Räderformmaschine 85, A 84; — falsche Hälfte 86, A 85; — Formplatte 86, A 85; — mit der Formplatte hergestellter Massenguß 87, A 86; — Formmaschine zum Pressen A 87; — Kleinformmaschine zum Ausheben 87, A 88 f.; — Formmaschine von Gritzner A 89; — Rollfaßanlage A 90; — Sandstrahlgebläse 90, A 91 f.; — Anordnung einer amerikan. Massenformerei 90, A 92; — Stahlguß 91; — Ruderstefen f. e. Panzerschiff 93, A 94. — Schmiedeguß 93; — Gießerei der Maschinenfabrik Moltitor & Co. in Heidelberg T 67; — von Westinghouse in Wilmersdorf bei Pittsburg 90, A 93 f.; — der Gutehoffnungshütte in Sterkrade A 77; — von Gebr. Sulzer in Winterthur 95, A 96 f., 98 f., 100 f., 102, 115; — Stahlgießerei der Bergischen Stahlindustrie in Remscheid 93, A 94.

Eisenhammer siehe Dampfhammer und Werkzeuge der Kleineisenindustrie.

Elder, John (Dampfmasch.) 108.

Elektrischer Hammer von Desprez 23.

Elemente einer Maschine 103, A 104.

Ellenbogen- und Lochscher A 169.

Emaillieren des Eisens 161; — Emaillierofen A 162.

Emmerson (Silgenherstellung) 338.

England, Nähnadelindustrie in 209.

Englische Hämmer 145, A 146.

Entkohlen des Stahles 184.

Erle am Messer 265, 267.

Erlenwein (Fellenind.) 356.

Eroten, schmiedende (Relief) A 5.

Eßbesteck, chinesisches A 264.

Esse, Schmiede-, gemauerte, gußeiserne 7, A 8; — mit Flachrost 8, A 9.

Essen, Kruppsches Panzerplattenwalzwerk s. Krupp.

Eßlingen, Feilenfabrikation in 338.

Evans, O. (Dampfmasch.) 108.

Eversmann (Walzw.) 88.

Expanded metall 162.

Expansion, getrennte, bei Dampfhämmern 23.

Expansionsziehleisen 314, A 313.

Expreßfahrrad „Nürnberg" A 381.

Exzenterpresse von Schröder A 359.

Fahrrad, Herstellung 374; — Rennwolf A 374; — Kunstwagen von Hantsch A 375; — Kunstwagen von Farsler A 375; — Ovendons Maschine A 375; — englischer Kunstwagen von Bevers 375, A 376; — von Drais' Laufrad 375, A 376; — Laufradbahn 1811 377, A 374; — Zweirad von P. M. Fischer 377, A 376; — Laufrad von Baader 377, A 376; — Knochenschüttler 377, A 376; — Hochrad System National 378, A 377; — Kompensationsreifen 380, A 377 f.; — Rover (1384) 381, A 378; — der Circle Cycle Co. 381, A 379; — Petersen-Niederrad 381, A 379; — Damenrad mit verstärktem Rahmen 381, A 379; — Damenrad mit verstärktem Rohr 381, A 379; — modernes Straßenrennrad der Brennaborwerke 381, A 382; — der Rahmen 381, A 380; — Expreßfahrrad „Nürnberg" A 381; — Beanspruchung des Rahmens 382, A 381; — Rohrverstrebung 383, A 382; — Doppelrohr 383, A 382; — gefaltenes Rohr 383, A 382; — Rahmen aus Blech gestanzt 384, A 382; — Bambusrad 384, A 382; — Rohrabstechmaschine 384, A 383; — Maschine zum Abschneiden der Rohre 384, A 383; — Sattelstützrohrmuffe aus dem vollen A 384; — Sattelrohrer 385, A 384; — Sattelstützrohrmuffe getrennt 386, A 385; — Fitting aus Blech zusammengebogen, gedrückt 387, A 385; — Fitting, gedübelt 387, A 386; — Blattfitting 386, A 386; — Verstärkung der Eckverbindung 388, A 386; — fertiges Hauptlagerstück 388, A 386; — Hauptlager aus dem Vollen, getempert, aus Preßblech, aus einem Rohrstück getrieben A 387; — Rahmenbohrmaschine 390, A 388; — Verlöten des Rahmens 391, A 389; — Verbindung durch Verrollen, Verspannen 391, A 390; — Holzrahmenverbindung von Kircher & Co. A 390; — Eckbildung an hölzernen Rahmen 391, A 390; — Rahmen aus Bambus 391, A 390; — Herstellung der Gabelstücke 392, A 391 f.; — Verbindung der Gabelteile 392, A 392; — Verbindung der Gabelenden mit dem Hals A 393; — Gabelkopf, massiver, aus Blech gebildet, aus Doppelrohren A 393; — Lötosen für Gabeln A 394; — Verbindung durch Verspannen A 394; — Einsetzen der Radialspeichen A 394; — Tangentialspeichen 394, A 393; — Nabenbildung aus dem Vollen, aus einem Rohrstück 394, A 395; — Herstellung der Felgen 396 f., A 395 f.; — Löten und Richten der Felgen 396, A 397; — Felgenbohrmaschine 396, A 398; — Zentrier- und Spannapparat 397, A 398; — Befestigung der Speiche in der Felge 397, A 399; — Herstellung der Nippel 397, A 399; — Speiche mit einem, mit zwei Dickenden 397, A 399; — Ziehen der Speichen 397, A 399; — Kugellager 398, A 399; mit kombiniertem, mit schrägem Druck A 399; — Doppelkugellager der Rhemus-Fahrradwerke A 400; — ausziehbare Kugelachse 401, A 400; — Kettenantrieb 402, A 400; — Kettenrad und seine Befestigung an der Kurbel 402, A 400; — Maschine zum Fräsen der Kettenräder 402, A 400; — kurz-, langgliedrige Kette 402, A 401; — Hakenkette 402, A 401; — Pedal 402, A 401; — Maschine zum Einlaufen der Kette 402, A 401; — Hochrad mit Kette „Kangaroo" 402, A 402; — Hebelantrieb für Fahrräder 402, A 402; — Dreirad mit Hebelantrieb 404, A 403; — Hebelrad von Froehlich & Co. 404, A 403; — Antrieb mit veränderlicher Übersetzung 404, A 403; — Bergrad A 404; — innere Umstellung A 404; — Vorrichtung zum Ändern der Geschwindigkeit A 405; — Radgehäuse für umstellbaren Antrieb A 405; — Kuppelung für umstellbaren Antrieb A 405; — umstellbarer Antrieb 406, A 405; — kettenloser Antrieb mit Kegelrädern 405, A 406; — kettenloser Antrieb, La Danotie 406, A 407; — schiefes Kegelräderpaar 406, A 407; — Antrieb mit schwingendem Sitz 406, A 407; — Einrad 406, A 408; — Zweirad als Einrad 407, A 408; — Fußrad 407, A 408; — Motorrad s. d.

Fahrradketten A 304.

Fallhammer zum Kugelschlagen 317, A 316; — in der Stahlfederfabrikation A 186.

Fallwerk zum Stempeln von Nadeln 202, A 204; — Doppel-, zum Schlagen grober Scheren 283, A 265.

Falzen von Blechkanten A 172; — des Bodens 175 A 173; — Doppelfalz A 173; — Rohrfalz- Zudrückmaschine 175, A 174; — der eisernen Rohre A 310.

Farben auf Metallflächen 164.

Farcots Dampfhammer A 17.

Farslers Kunstwagen A 375.

Fase an Bolzenmuttern 240.

Feder an der Schere 286, A 285.

Federgriff, Schere mit 288, A 287.

Federhammer 152, A 151.

Federklemmung an Scheren 284.

Feilen, Herstellung der 337; römische A 337; — alte F. aus Hallstatt A 337; — Armfeile 338, A 339; — Backfeile 338, A 339; — Handfeile 338, A 339; — Strohfeilen 338, A 339; — Schruppfeilen A 339; — Maschinenfeile A 339; — Dutzendfeilen A 339; — Hiebarten für Feile u. Raspe 339, A 340; — Raspen 339, A 340; — Doppelfeile 340, A 341; — Dampfhammer zum Ausschmieden der Feilen 340, A 341; — Schleifen der F. in Amerika 341, A 342; — Nutenmuffe mit einfacher, doppelter Bewegung 341, A 342; — Feilenfeilmaschine 342; — Feilenhauerhämmer 145, A 146, 343; — Feilenhaueramboß 145, A 146, 343; — Feilenhauermeißel und Feilenhieb A 343; — Feilenhauer 343, A 344; — Feilenhaumaschinen 346, A 346 f., 348 f.; — alte Feilenhaumaschine 344, A 345; — Maschinenfeilenhauerei u. -härterei 349, 352, A 350 f.; — Krummfeilen der F. 353, A 140, 353; — Änderungen am Feilenzahn 354, A 352; — Sandstrahlgebläse 354, A 352; — Sandstrahlbläserei 354, A 353; — Schärfen durch Beizen 356, A 353; — zusammengesetzte F. 356, A 354; — Schleifen der Plattenfeile 356, A 354; — Schleiferei A 355; — Ludwig Müllersche F. A 356; — Feilen mit geknickten Platten A 356; — Bezugsfeile A 356.

Feilenhärtezange 187, A 188.

Feinblech 49 f.

Feinkornetsen 180.

Feinmeßkunst im Maschinenbau 116.

Feinzieheisen 227.

Felgen am Fahrrad 396 f., A 395 f., 397 f.

Felgenbohrmaschine 396, A 398.

Fertigwalzen (Walzw.) 45.

Fertigwalzwerk 50.

Feuerquirl 105, A 106.

Figurenwalzen 56; — Hobeleisenwalzen 57, A 56; — Zierstäbe A 57 f.; — Streifenwalzen 57, A 59; — Weißblechwalzen 57, A 59; — Profilwalzen 57, A 59.

Flintuffen des Eisens 160.

Fischer, Friedrich (Kugelherst.) 318, 324.

Fischer, Philipp Moritz, Zweirad von 377, A 376.

Fischmesser (15. Jahrh.) 264, A 263.

Fischreuse aus Draht 193, A 194.

Fittings an Fahrrädern 384; — aus Blech zusammengebogen 387, A 385; — aus Blech gedrückt 387, A 385; — gedübelt 387, A 386; — Blattfitting 388, A 386.

Flacheisen, Kaliber für A 47.

Flachrost, vierfache Schmiede mit 8, A 9.

Flachspiralgeflecht (Drahtweb.) A 193.

Flammofen zum Glühen des Eisens 6, A 7; — in der Eisengießerei 65, A 64.

Flettmann & Witte (Plattieren) 164.

Flußeisen 181.

Formen in der Eisengießerei s. Gußformen.

Formmaschine zum Pressen (Eisengieß.) A 87; — von Gritzner A 89.

Formplatte (Eisengieß.) 86, A 85; — mit der F. hergestellter Massenguß 87, A 86.

Formpoliermaschine (Nadelfabr.) 207, A 210.

Formsandmischmaschine A 78.

Fournierschneidesegment, hinterlochtes 338, A 332.

Fräsen eiserner Kugeln 318, A 317.

Digitized by Google

Fräser s. Reißzeugfabrikation 372, A 371.
Fräsmaschine mit senkrechter Spindel 124, A 125; — für Fahrradkettenräder 402, A 400; — Universal- A 134.
Frauberger (Drahtwarenindustr.) 189.
Freibrücker (Klempn.) 178, A 179.
Fries, de, & Co., Lötofen für Fahrradgabeln von A 394.
Friktionsschraubenpressen 237 f., A 236 f.
Froehlich & Co.: Hebelrad 404, A 408.
Fuller (Nagelindustr.) 225.
Funcke, Wilhelm (Schraubenfabr.) 240; — Porträt A 240.
Funcke & Hueck (Holzschrauben) 240, 252.
Furchen (Formwalzen) 44.
Fußeinrad 407, A 408.
Fußmatte aus Draht 198, A 194.

Gabeln, Speise-, Alter der 264; — Herstellung 274, A 275; — Schmirgelriemen zum Gabelputzen 274, A 275.
Gabelteile am Fahrrad 392 f., A 391 f., 393; — Lötofen A 394.
Galvanoplastik 164; — rotierende Bürste A 164.
Gans (Luppe) 5.
Ganzblech 50.
Garnier (eis. Rohre) 318.
Gartenscheren 280, A 281; — Herstellung 281, A 282 f., 285.
Gartenwerkzeug, Universal- A 281.
Gashammer 28.
Gashärteofen, offenes, für Stahlbearbeitung A 136.
Gasluppe A 245.
Gaskraftmaschine, Geschichte der 110.
Gaslötkolben A 144.
Gasmuffelofen s. Stahlbearbeitung A 136.
Gasrohre, Herstellung 308; — Bildung des Trichters, Ziehen, Ziehbank, stumpfe Schweißung A 308; — aus Papiermasse 315.
Gasschmelzofen und -Anlage, amerikan. (Eisengießerei) 68, A 68 f.
Gebläse für Schmiedefeuer 11; — Zentrifugalventilator A 11; — Blasebalg 11, A 12; cylindrischer A 12; — Dampfstrahlgebläse 11, A 12; — Wasserfallgebläse 11, A 12; — Kapselgebläse 13; — Rootgebläse A 13; — Scheibengebläse A 13; — Cylindergebläse mit Wasserdichtung 13, A 14; — Zellenradgebläse A 14.
Gedübelte Röhre A 309.
Geflügelscheren A 281.
Geißfuß (Schraubenherst.) A 243.
Gelenkketten A 404.
Gelenkscheren 286.
Gesnerscher Rostschutzprozeß 165.
Gevelsberg, Klingenfabrikation zu 289.
Gewichtsakkumulator für hydraul. Schmiedepressen 26, A 27.
Gewindebohrer 246, A 249.
Gewindeformen s. Schrauben 254, A 256.
Gewindefräsen 248, A 252 f.; — Fräsmaschine A 252.
Gewinderollmaschine 250, A 253.
Gewindeschneidmaschinen 246, A 247 f.
Gewindeschneidzeug, Formen des 257, A 258.
Gewindewalzmaschine 250, A 254 f.
Gießform für endlose Gußstücke 72, A 73.
Gießgrube für verstählte Panzerplatten A 51.
Girbe Star-Fahrräder 381, 384.
Glanzbleche 50.
Glasschere (Klempn.) A 168.
Gliedersäge A 336.
Glocke, Formen einer (Eisengieß.) A 83.
Glühen der Feilen 340, 352; — des Stahles 136.
Glühmuffel s. Stahlhärtung 137.
Glühpackung zum Eisenglühen 15, A 16.
Glührohr für Stahlhärtung 137; — Ofen mit A 138.
Glühspan beim Panzerplattenwalzen 54; — am Walzdraht 226.
Glühtopf (Drahtstiftfabr.) 227, 229, A 228.
Göbelscher Schleifstein 270, A 272.
Göcke (Walzw.) 38.
Goes (Luppe) 5.
Goldschmidt (Eisengieß.) 98.
Gramme, Elektrotechniker 125.
Graumann (Drahtstiftfabr.) 228.
Great Republic, Preßluftanlage der Grube 154.
Greys Walzwerk 49.
Griffe an Messern 272; — Kopier-Drehbank 272, A 273; — eingegossener Hohlgriff A 273; — rhombischer Massivgriff 273, A 274; — ovaler Massivgriff 273, A 274; — angeschmiedeter Hohlgriff 273, A 274; — Heft mit Schalung 274, A 275; — Teile des Heftes an Taschenmessern A 277.
Grißners Formmaschine (Eisengieß.) A 89.
Grobschmied, römischer (Relief) A 4.
Grobzieheisen 227.
Grundbohrer (Gewindebohrer) 247, A 249.
Grundformerei (Eisengieß.) 76.
Guß, schmiedbarer 98.
Gußeisen 130, 133.
Gußformen s. d. Eisengießerei s. Eisengießerei.
Gußplatte aus dem Jahre 1671 A 62.
Gußstahl 91, 114, 132.
Gutmann (Eisengieß.) 90.

Haarnadeln s. Nadeln.
Hackbeil A 295; — Bildung der Angel A 295; — durch kalten Schnitt A 295.
Hacke A 300.
Hackmesser A 298.
Hack- und Hauwerkzeuge, Herstellung der 297; — alte Beilformen 297, A 298; — Handbeil A 298; — Hackmesser A 298; — Schlächterbeil A 299; — Bildung der Hackenaugen 299, A 300; — Beile A 300; — amerikanische Axt A 300.
Haedicke-Remscheid: Dampfbootmaschine 108; — Glühtopfbepackung (Drahtstiftf.) 229; — Gabel (Fahrradind.) 382; — Kugellager an Fahrrädern 398, 400, A 399; — Hebelantrieb für Fahrräder 404, A 402; — Dreirad mit Hebelantrieb 404, A 408; — innere Umstellung der Übersetzung A 404; — Bergrad A 404; — Härtepresse s. Sägen 336, A 337; — Stahlhärtung 140.
Haedicke-Riga (Fahrradind.) 380.
Hafersense, Belgische A 298.
Häkelnadeln s. Nadeln.
Hakenkette an Fahrrädern 402, A 401.
Hakennägel 220.
Halbachsche Gewindedrehbank 249; — Kluppe 245, A 246.
Halbschlichtfeilen 339.
Hälfte, falsche (Eisengieß.) 86, A 85.
Hallstatt, Funde zu: Messer A 261; — Feile A 337.
Hamm, Drahtstiftfabr. zu 217.
Hammer, Eisen- s. Dampfhammer u. Werkzeuge der Kleineisenindustrie.
Hämmer, Feilenhauer- A 343.
Hammerschlag 134.
Handbeil A 298.
Handfeile 338, A 339.
Handlochmaschine (Nadelind.) 202, A 204.
Handpfanne in der Eisengießerei 67, A 65.
Handreißfeder 368 f., A 366.
Handzirkel 368, A 366.
Hanßsche Kaltsäge 335, A 334.
Härtbarkeit des Eisens 130.
Härteflasche für Eisenkugeln A 332.
Härtegrade des Stahles 135
Härten der Feilen 349; — der Nadeln 205; — der Sägen 336; — des Stahles 135; — Muffelofen und Gashärteofen A 136; — Gasmuffelofen 136, A 137; — Ofen mit Glührohr 137, A 138; — Metallbad 137, A 138; — Feilenhärtegange 137, A 138; — Härteriffe 138, A 139; — gehöhlter Bolzen 138, A 139; — Stahlmantel A 139; — Krummsetzen der Feile A 140; — amerikan. Preßhärtekasten A 140; — amerikan. Nachlaßofen 140, A 141; — Richthammer A 140; — Ofen zum Härten A 141; — direkte Härtung 140.
Härtebäen für Stahlbereitung A 136 f.; — mit hydraul. Pressung für Sägen 331, A 330.
Härtepresse für Sägen von Haedicke 336, A 337.
Härteriffe des Stahles 138, A 139.
Hartlötungen des Eisens 143.
Hartmann (Maschinenbau) 123.
Hartmann, W., Zahnform f. Bogensägen 335, A 334.
Harvey (Eisenverarb.) 51, 252.
Hasenclever Söhne: Friktionsschraubenpresse 237, A 236; — Mutterpresse 240, A 241; — Gewindewalzmaschine 250, A 254 f.
Haswells Schmiedepresse 24.
Hauen der Feilen 337, 342; — der Raspen 344.
Hauptlagerstück an Fahrrädern 388; — fertiges A 386; — aus dem Vollen A 387; — getempert A 387; — aus Preßblech A 387; — aus einem Rohrstück getrieben A 387.
Hautschs Kunstwagen A 375.
Hauwerkzeuge s. Hack- u. Hauwerkzeuge 297.
Hebelantrieb f. Fahrräder 403 f.
Hebelscheren 168 f., 287, A 169 f., 285.
Heckenbinderschere (Klempn.) A 168.
Heckenscheren A 285.
Heckmann (Eisenind.) 247, 312.
Hefte an Messern s. Griffe.
Hegenscheidt Kugelausliesemaschine A 323.
Heidelberg, Maschinenfabrik von Molitor & Co., Inneres A 119; — Eisengießerei T 67.
Heinze & Blankertz (Stahlfederfabr.) 185.
Helf am Schwanzhammer 147; — Helfband A 147.
Helme, römische 166, A 167.
Hemme an der Sense 292, A 294.
Henckels' Klingenfabrik in Solingen A 259; — Dampfhammer 21, A 22; — Schneiderschere 287, A 286; — Schwanzhammer 268, A 269.
Hentschel (Lokomot.) 108.
Hephaistos, Schmiede des (Relief) A 5.
Herberzhofen 66, A 64.
Herdformerei (Eisengieß.) A 74.
Herdguß (Metallgieß.) 74.
Heron von Alexandrien, Physiker 107.
Hiebarten für Feile u. Raspe 339, A 340.
Hinterstewen, Herstellung gußstählerner 88, 98, A 96.
Hirn (Transmiff.) 111.
Hobeleisenwalzen 57, A 56.
Hochofen, tausendjähr. A 61.
Hochrad System National 378, A 377; — mit Kette „Kangaroo" 408, A 402.
Hohlfeige am Fahrrad 396.
Hohlkaliber (Maschinenb.) 117.
Holländer Sense A 298.
Holzgriffe an Scheren 286.
Holzkohlenroßstahl 131.
Holzmüller, Mathematiker 164.
Holzschnittschuh A 357.
Holzschrauben s. u. Schrauben.
Hornblower, Physiker 108.
Hübnerschere (Klempn.) 167, A 169, 287.
Hufeisen, Herstellung A 159: — für kranke Pferde A 159; — Bruchstück aus dem Grabe Childerichs A 159; — altpersisches A 159.
Hufnagel s. Nägel.
Hufraspe 339, A 340.
Hühnernetz aus Draht 198, A 194.
Humber & Co. (Fahrrad) 381.
Hydraulische Dampfschmiedepresse für 10 000 000 kg Druck A 25.
Hydraulische Nietmaschine A 126.

Imbert & Leger (Kettenfabr.) 404.
Indier, Kettenherstell. der 408.
Ingots, Eisenblöcke 88.
Iserlohn, Nadelindustrie zu 198, 209.
Italienische Messer (16. Jahrhundert) 264, A 268.
Jagenbergs Windeeisen 247, A 249.
Jamotte (Schmiedel.) 317.
Jarp frères (Holzschraubenfabr.) 252.
Jastrower Sense A 298.

Digitized by Google

Kabinettraspe 389, A 340.
Kaiser, Friedrich (Radelnd.) 202; — Stempelmaschine 203, A 205; — Lochmaschine 203, A 206 f.; — Universal-Stecknadelmaschine 216, A 215.
Kaliber (Formwalzen) 45; — offenes, geschlossenes A 45; — für Eisenbahnschienen 45, A 46; — für T-Eisen A 45; — für Doppel-T-Eisen 45, A 46; — für Flacheisen A 47; — für Quadrateisen A 47; — für Walzdraht A 48.
Kaliber, Kaliberbolzen, -ring (Maschinenbau) 117.
Kaltmeißel 168.
Kaltsägen 335; — selbstthätige A 334; — Kaltsägemaschine A 334; — getauchter Zahn 336, A 335; — Werkzeug zum Stauchen 336, A 335.
Kammwalzen (Walzw.) 40; — Entstehung A 41.
Kanten der Bleche A 172.
Kapitäns Bohrkasten A 116.
Kapselgebläse für Schmiedefeuer 18.
Karmarsch, Technolog 139, Porträt A 128.
Karrierreitfeder A 366.
Kastenbiegemaschine (Blechverarb.) 169, A 171.
Kastenformerei (Eisengieß.) 75, A 76; — dreiteiliger Kasten A 80; — Rohrkasten A 80.
Kehrwalzwerk A 42.
Kernkasten (Eisengieß.) A 76.
Kernstückformerei (Eisengieß.) 85.
Kernstützen in der Eisengießerei A 82.
Kesselblech 49.
Kette als mechan. Begriff 103.
Ketten, Herstellung der 301; — gefundene zu Khorsabad A 301; — Stück eines röm. Panzerhemdes A 301; — röm. Ketten A 301; — Herstellung eines Kettengliedes A 302; — Kettenschalen A 302; — Kettenwalzen 303, A 302; — Gelenkketten A 306 f.; — Renoldsche A 303; — Fahrradketten A 304; — Kette mit hohlen Zapfen 304, A 305; — zusammengesetztes Glied 304, A 305; — Schleifketten A 305; — Zierketten aus Draht 305, A 306; — Brems ungeschweißte Gliederkette A 306; — Panzerkette A 306; Verbundketten A 307; — offene Kette, getempert A 307; — Lockes Stahlbandkette A 307.
Kettenantrieb bei Fahrrädern 402 f.
Kettenhärtemaschine f. Scherenmesser A 284.
Kettenlose Fahrräder 405.
Kettenpanzer 301.
Kettensäge A 336.
Kettenwalzerei 57.
Khorsabad, Ketten, gefunden zu A 301.
Kinematik 105.
Kinematische Elemente einer Maschine 103, A 104.
Kircheis, E. (Klempn.) 180.
Kircher & Co., Holzrahmenverbindung am Fahrrad von 391, A 390.
Kirk (Dampfmasch.) 108.
Klatt & Co. (Kettenherst.) 308.
Kleineisenindustrie s. Stahlwaren- u. Kleineisenindustrie
Kleinformerei in einer Eisengießerei 95 A 97.
Kleinformmaschine zum Ausheben (Eisengieß.) 87, A 88f.
Klempnerei 179; — Werkzeuge A 179; — s. auch Blechgebilde.
Klingen, Herstellung der 289; — Fabrikanlage von J. A. Henckels in Solingen A 259; — Sachsaner 289, A 290; — sichelförmiger A 291; — Zuckerhauer 290, A 290 f.; — Sicheln A 291; — Herstellung der Sense 292, A 294; — verschiedene Arten der Sensen A 293; — Ausbildung der Warze an der Sense 292, A 295; — Hackbeil A 295; — Säbelklinge 295; — Hack- und Hauwerkzeuge 297; — s. a. Messer, Scheren.
Klingenwalzen A 59.
Klippern der Sense 291 f.
Klipperhammer 292.
Kluppen 248; — kleine A 244; — schräge, einseitige, Gas-, Winterhoffsche A 245; — Halbachsche, Viktoria-, Strähl- A 246.
Knagge am Bierhammer 268.
Knochenschüttler (Fahrrad) 377, A 376.
Knopflochschere, Herstellung der A 279.
Knüppel, Eisenstangen 48.
Kochscher Hammer A 149.
Kochtöpfe, eiserne, aus dem 16. Jahrh. A 68.
Kodolitsch, transportable Bohrmaschine nach A 128.
Kohle, Bedeutung der, für das moderne Maschinenwesen 118.
Kohlenstoffschaubild (Eisenverarb.) A 131.
Kompensationsreifen an Fahrrädern 380, A 377; — von Temmel A 378.
Königsberger Sichel A 298.
Konische Rohre aus Eisen, Herstellung 313, A 312; — Expansionsgießeisen 314, A 313; — Rohrpresse A 313.
Kopfhammer zum Spannen der Sägen 332, A 330.
Kopfmachen i. d. Nagelfabr. A 218.
Kopfspitzen i. d. Stecknadelfabr. A 214.
Kopierdrehbank f. Messergriffe 272, A 273.
Köper, gewundener, geschmiedeter, gefräster (Korkzieher) 250, A 253.
Kraft & Schütt (Kettenherst.) 305.
Kraftschluß a. d. Maschine 105.
Kraftübertragung, elektrische 111.
Kranpfanne mit Schneckenantrieb (Eisengieß.) 67, A 66.
Kratzenelsen 227.
Kräuseln der Haarnadeln durch Walzen, Pressen 211, A 212.
Kreissägen, Herstellung s. u. Sägen.
Kreisschere (Klempn.) 168, A 170; — zum Schneiden der Säge 325, A 326.
Kreisteilmaschine (Reißzeugfabr.) A 373.
Kriegarofen 65, A 64.
Kronenberg, Nagelfabrikation zu 217.
Krummsetzen der Feile 358, A 140, 353; — des Stahles 140.
Krupp: Alter Stielhammer (1851) A 35; — Panzerplattenwalzwerk 51, 54, A 52 f.
Küchenmesser A 276; — aus dem 15. Jahrh. 264, A 268.
Kugelachse, ausziehbare, an Fahrrädern 401, A 400.
Kugellager an Fahrrädern 398, A 399; — mikkombiniertem, mit schrägem Druck A 399; — Doppelkugellager d. Rhenus-Fahrradwerke A 400; — ausziehbare Kugelachse 401, A 400.
Kugeln, Alter der gußeisernen 63; — Herstellung eiserner 316; — Rohstück im Gesenk 317, A 316; — Kugel im Gesenk 317, A 316; — Fallhammer 317, A 316; — Rillengesenk A 317; — Kugelnfräsen und Gegenhalter 318, A 317; — Kugelstab in der Drehbank 318, A 317; — Drehstahl für Kugeln 316, A 317; — Drehbank 319, A 318; — Walzwerk für Erzeugung von Drehkörpern 319, A 318; — Schleifmaschinen 320, A 319 f.; — Polierapparat A 320; — Schrotmühle 322, A 320; — Arbeitssaal für Kugelschluten der deutschen Gußstahlkugelfabrik in Schweinfurt 322, A 321; — Schleifring A 322; — Härteflasche A 322; — Kugelprobe 323, A 322; — Ausleselmaschine A 323; — Kugelprobeaufrollen A 324.
Kugelschalsäge A 336.
Kunstformerei (Eisengieß.) 86.
Kunstwagen 374; — von Hantsch A 375; — von Farfler A 375; — von Ovendon A 375; — von Bervers A 376.
Kupferplatte, gelochte 182, A 180.
Kupferschläger, -schmied 180.
Kupolofen i. d. Eisengießerei 65, A 64.
Kurbel an Fahrrädern 402.
Kurbelachse, Herstellung einer doppelgekröpften 31, A 32.
Kurbelmechanismus 104.
Kurbelpresse (Klempn.) 176, A 174.
Kurbelschleife an der Dampfmaschine A 104.
Kurtz, Franz (Fahrrad) 377.

Lackemaille 161.
Lackieren des Eisens 161.
Lagrange & Hoho (Stahlhärt.) 137.
Lamerit & Co. (Radelnd.) 209.
Langen-Otttosche Gaskraftmaschine 110.
Langsax, Waffe 261.
Lanzette s. Herstell. von Gußformen 74, A 75.
Laufketten 301 f.
Laufrad von Baader 377, A 376; — von Drais' 376, A 376.
Laufradbahn (1811) 377, A 374.
Laval (etf. Rohre) 313.
Lehre, Meßwerkzeug im Maschinenbau 117.
Leitspindeldrehbank (Eisenind.) 248, A 122, 250.
Lenoirsche Gaskraftmaschine 110.
Leupold, Mechaniker 106, 368.
Liernursches Pumpsystem 111.
Lindlar, Feilenfabr. in 338.
Lippitzbach, Blechwalzwerk zu 38.
Lochen der Bleche siehe Preßblechindustrie; — der Nadeln 202; — Lochmaschinen 202 f., A 204, 206 f.; — der Stahlfedern 186, A 187.
Lochstanze (Klempn.) 169, A 170.
Lockes Stahlbandkette A 307.
Longwy, Panzerplattenwalzwerk zu 51, T 51.
Löt, Lötmetall 143.
Löten von Blechkanten A 172; — des Eisens 143; — Lötkolben A 144.
Lötenden 143.
Lötkolben 143, A 144; — pneumatischer A 144.
Lötmittel 144.
Lötofen für Fahrradgabeln A 394.
Lötrohr 144.
Lötzange 144.
Lötzinn 190.
Lüdenscheider Hammer 150, A 148.
Luftdruckakkumulator f. hydraul. Schmiedepressen 26, A 28.
Lufthämmer 152, A 151 f.
Luftspieß (Eisengieß.) 76.
Luftstechen (Eisengieß.) 76.
Luppe, Entstehung des Wortes 5.
Lyoner Scheren (Klempn.) A 168.

Mähmaschinenmesser A 284.
Malmedie & Co., Maschinenfabrik von 219 f., 232, 305, A 197.
Mangan i. d. Eisenverarbeitung 130, 135.
Mannesmann, Reinhard (Feilenfabr.) 338; — Porträt A 338.
Mannesmann-Rohre 310, A 311.
Marken der Sense 292.
Marmiten, eiserne Kochtöpfe A 68.
Martignoni (Fahrradind.) 385.
Martinstahl 132.
Maschine, Begriff einer 103; — die kinematischen Elemente einer 103, A 104; — Alter der 105; — die einfachen 107; — Entwickelung des modernen Maschinenwesens 118.
Maschinenbau 103; — Begriffliches und Geschichtliches 103; — die kinematischen Elemente einer Maschine 103, A 104; — Feuerquirl 105, A 106; — Technik 113; — Schiffsmaschinen 117, A 109; — Verstemmen von Kesseln mit Benutzung des Preßlufthammers 125, A 111; — Ruderrahmen aus Stahlguß für ein Panzerschiff 129, A 112; — Benutzung des Preßlufthammers unter Wasser 125, A 114; — Großgießerei von Gebr. Sulzer in Winterthur A 115; — Bohrkasten A 116; — Leitspindeldrehbank A 122; — transportable Bohrmaschine nach Kodolitsch A 128; — Universalfräsmaschine von Fri-

Digitized by Google

ster & Roßmann A 124; — Fräsmaschine mit senkrechter Spindel 124, A 125; — hydraulische Nietmaschine A 126; — Räder- und Bandagendoppeldrehbank elektrisch betrieben A 127; — die größte Pleuelstange 129, A 103; — Maschinenfabrik von Molitor & Co. in Heidelberg A 119; — Maschinenhalle der Duisburger M.-Aktien-Gesellschaft A 120; — Dreherei der Werkzeugmaschinenfabrik von Ernst Schieß in Düsseldorf-Oberbilk A 121; — Maschinen- und Kanonenwerkstätte des Bochumer Vereins für Bergbau und Gußstahlfabrikation T 123; — Werkzeugmaschinenbau-Werkstätte der Sächs. Maschinenfabr. in Chemnitz T 123.
Maschinenfeile A 339.
Maschinenreißfeder 378, A 366.
Masseformerei in der Eisengießerei 83, 85 f., 95, A 100 f.
Massel, Hügelgräber bei 261.
Massenfabrikation im Maschinenbau 117.
Maudslay (Maschinenb.) 128.
Mechanik, Begriff der 108.
Mechanismus, Begriff eines 108.
Meißel, Feilenhauer- A 348.
Meißelhäue 334, A 338.
Mertten, de (Eisenind.) 165.
Messer, Herstellung der 259; — eiserne Stichel (500 v. Chr.) A 259; — eisernes mit Ring zum Aufhängen 261, A 260; — römisches, Rasier- 261, A 260; — aus dem Grabfelde zu Hallstatt A 261; — altgermanische 261, A 262; — alte römische oder deutsche Damastschwerter A 262; — alte deutsche Schwerter A 262; — italienische (16. Jahrh.) 264, A 263; — Tranchier-, Tafel-, Fisch- oder Küchen- (15. Jahrh.) 264, A 263; — Verstählen A 264; — Ansetzen des Bundes A 264; — chinesisches Ebbeteck A 264; — Herstellung des Tafel- 266, A 265; — Schmieden der Klingen unter dem Schwanzhammer 267, A 266; — Richten und Härten der Klingen A 267; — Bierhammer 267, A 268 f.; — Henckels' Schwanzhammer 268, A 269; — Ausschneiden der Klingen 269, A 270; — Schleifen der Klingen 269, A 271; — geschützter Schleifstein A 272; — Kopierdrehbank für Griffe 272, A 273; — eingegossener Hohlgriff A 273; — rhombischer Massivgriff 273, A 274; — ovaler Massivgriff 273, A 274; — angeschmiedeter Hohlgriff 273, A 274; — Heft mit Schalung 274, A 275; — Kilchen- A 276; — Klinge des Taschen- A 276; — Teile des Heftes A 277; — verschiedene Formen des Taschen- A 277; — Werkzeugmesser „Elektron" A 278; — Rasier- A 278.
Messerer (Mezzerer), Zunft der 262.
Messingköpfen, Nägel mit 235
Messiax, Waffe 262.
Metallbad für Stahlhärtung 187, A 188.
Metalldrücken auf der Druckbank (Klempn.) 177, A 178.
Metalle, Bearbeitung der 1; — des Eisens 3.
Metallmoiré 168.
Metallschläuche A 315.
Metallschrauben s. Schrauben.
Michaux (Fahrrad) 377.
Milspe, Klingenfabrikation zu 289.
Mittelseisen 93.
Mittelschleifmaschinen (Nadelind.) 202, A 202 f.
Moeller & Schreiber (Nagelfabr.) 223 f.
Molitor & Co., Maschinenfabrik von A 119; — Eisengießerei T 67.
Montage im Maschinenbau 116.
Morrisons Dampfhammer A 17.
Morse (Fahrradind.) 386.
Mosul, Eisenfund zu 301.
Motorrad 408; — Fahrradmotor „Kosmos" A 408; — Motorzweirad 408, A 409; — Motordreirad 410, A 409; — Motortandem 410, A 409; — Motorvierrad A 410; — Automobil A 410.
Muffelöfen f. Stahlbearbeit. A 186 f.
Muffen an Fahrrädern 384.
Müller, Ludwig (Feilenind.) 356.
Mümgsten, Sensenind. zu 291.
Münsterländer Sense A 298.
Munz (eis. Rohre) 312.
Mutter f. eiserne Bolzen 239; — Mutterschmiedemaschine A 239; — Schmieden, Schweißen, Kanten A 239; — Mutterpresse 240, A 241; — Mutterfräsmaschine A 242.

Naben am Fahrrad 394, A 394 f.
Nachlassen der Nadeln, Trommel zum 205, A 208; — des Stahles 139; — Nachlaßofen, amerikan. (Stahlhärt.) 140, A 141.
Nachrichten der Sense 292.
Nachschneider (Gewindebohrer) 247, A 249.
Nadeln, Herstellung der 198; — Stiftbrett zum Richten A 199; — Abschneiden von Hand A 199; — Rollenrichtbrett A 199; — Richt- u. Schneidemaschine 199, A 200; — Rolle, Rollgabel A 200; — Rollen der Nadeln 200, A 201; — Anschleifen der Spitzen 200, A 201; — Spitzenschleifmaschine 201, A 202; — Mittelschleifmaschinen 202, A 202 f.; — Stempelung der Nadeln 202, A 204; — Handlochmaschine 202, A 204; — Fallwerk 202, A 204; — Stempelmaschine 203, A 205 f.; — Kaliers erste Stampfmaschine 203, A 205; — Kaisers Lochmaschine 203, A 206 f.; — Aufziehen der Nadeln 204, A 207; — Zange zum Kopfschleifen 204, A 207; — Richten der Nadeln 205, A 207; — Trommel zum Nachlassen 205, A 208; — Schieben 205, A 208; — Rollpaket 205, A 208; — — Rollbank 205, A 208; — Rolle 205, A 209; — Korb zum Sichten 206, A 209; — Kanten 206, A 209; — Drillen der Nadeln 207, A 210, 213; — Formpoliermaschine 207, A 210; — Haar-, Strick- und Häkelnadeln 209; — Anlassen der Haarnadeln 210, A 211; — Spitzen der Haarnadeln 210, A 211; — Haarnadelspitzmaschine A 211; — Kräuseln der Haarnadeln durch Walzen, Pressen 211, A 212; — Biegen der Haarnadeln 211, A 212; — Umschlagen der Haarnadeln 211, A 212; — Anschleifen der Stricknadeln A 212; — Stecknadeln 212; — Kopfspiralen A 214; — Universal-Stecknadelmaschine 216, A 215; — Schleifen der Stecknadeln A 216.
Nägel, Herstellung der 217; — Nagelschmiede im 16. Jahrh. A 217; — Anschneiden der Spitze A 218; — Anstauchen des Kopfes A 218; — Kopfmachen A 218; — Nagelschmiedeofen A 218; — Doppelschmieden von Stahlzwecken A 219; — Schuhnagel A 219, 233; — Maschinennagel A 219; — Herstellung aus Rundbraht A 219; — Bildung des Kopfes 219, A 220; — Bildung eines Bundes im Schaft A 220; — Herstellung eines Messingknöpfchens zu Korsettstangen A 220; — Nagelwalzwerk 220, A 221; — gewalzte Nägel 220, A 221; — Zuspitzen von Eisenbahnnägeln durch Walzwerk 220, A 221; — mechanische Anfertigung des Schienennagels 220, A 223; — Nagelformen 221, A 223; — Maschine zum Walzen der Nägel 221, A 222; — Hufnägel 223, A 225 f.; — römische 222, A 223; — versch. Nagelschnitte A 224; — amerikan. Schnittnägel A 224; — gepreßte Nägel 225; — Nagelmaschine von Rogers A 230; — gegossene Nägel 233; — Schuhnägel A 233; — Maschine zur Herstellung von Tapeziernägeln 233, A 234; — Rouleaubaken A 235; — Drahtstiftfabrikation s. d.
Nagelmaschine von Rogers A 230.
Nähnadeln s. Nadeln.
Nahtlose Ringe, Herstellung 176, A 175.
Nahtlose Rohre 310, A 310 f.
Nasmyths Dampfhammer 16, 18, A 17 f.
Naßschleifen der Messerklingen 271.
Naylors Dampfhammer A 17.
Nettlefold & Chamberlain (Holzschrauben) 282 f.
Neuwied, Blechwalzwerk zu 88.
Newcomen, Physiker 108.
Nickelblattieren d. Eisens 164.
Nickelstahlpanzerplatten 51.
Niederrad (Fahrrad) 378; — von Petersen 381, A 379.
Niet s. Bolzen u. N.
Nietenpresse, rotierende 239, A 238.
Nietmaschine, hydraulische A 126.
Nippel am Fahrrad 397, A 399.
Normalsäge von Dominikus 338, A 332.
Nullenzirkel 368, A 366.
Nürnberg, Feilenindustrie zu 338.
Nutenmuffe (Feilenschleiferei) 341, A 342.

Oberbilk, Dreherei der Maschinenfabrik v. Ernst Schieß in A 121.
Oberdampf, Hammer mit 20.
Oberflächenschutz u. -verschönerung bei Stahl- u. Eisenwaren 165.
Ofenfuß, gußeiserner, a. d. 15. Jahrh. 63.
Ofenplatte a. d. Jahr 1571 A 62.
Oktutierschere A 281.
Organarium (Walzw.) 86.
Originalbohrer (Gewindebohrer) 247, A 249.
Otto's Viertaktmotor 110.
Ovendons Kunstwagen A 375.
Overbeckisches Werkzeugmesser „Elektron" 276, A 278.

Packfelle 338, A 339.
Panzergeflecht A 189.
Panzerhemd, Stücke eines römischen A 301.
Panzerkette A 306.
Panzerplatten, Walzen der 51; — Gießgrube für verstählte P. A 51; — Kruppsches Panzerplattenwalzwerk 51, 54, A 52 f.; — Dreiwalzwerk in Longwy T 51.
Panzerringe, genietete A 189.
Papiermasse, Gasrohre aus 315.
Papiersicherer A 279.
Papin, Dionysius, Physiker 107.
Pariser Nägel 217.
Parrystahl 132.
Patronendrehbank, Spindelkasten zu einer (Schraubenherst.) 248, A 250.
Pauskaben 113
Pedal an Fahrrädern 402, A 401.
Peiseler (Feilenhaumasch.) 347.
Perkinsrohre 308.
Perpetuum mobile 111.
Petersen-Niederrad 381, A 379.
Petschke & Glöckner (Feilenhaumasch.) 347.
Philippe (Nagelfabr.) 217.
Phönixbohrmaschine 154.
Piatofen 71, A 70 f.
Pilgerschritt (Rohrfabr.) 60, 312, A 60.
Pinsel für Gußformherst. 74.
Pittlers Gewindedrehbank 249.
Place, Victor 301, 325.
Plattenfeile, Schleifen der 356, A 354; — mit geknickten Platten A 356.
Plattieren des Eisens 164.
Playfair (Walzw.) 87.
Pleuelstange, die größte 119, A 103.
Pließen (Pliesten) der Messerklingen 271; — der Sägen 326; — der Kreissäge 332, A 330; — des Schlittschuhlaufes A 361.
Pließriemen (Gabelherstell.) 274, A 275.
Pließwalzen zum Sägeschleifen 326, A 327.
Plombenzange A 281.
Pneumatik an Fahrrädern 378.

Digitized by Google

Pneumatischer Lötkolben A 144.
Pointes de Paris 224.
Polhem (Walzw.) 37.
Polierapparat f. Metallkugeln A 220.
Polierblech f. Gußformenherst. 74, A 75.
Polieren der Messerklingen 271; — der Nadeln 207.
Polierbank (Drahtstiftfabr.) A 226.
Popp (Druckluftanl.) 111, 154.
Porzellanknöpfen, Nägel mit 235.
Preller am Schwanzhammer 147, A 148; — Wirkung des A 147.
Preßblech, Scheren aus 288, A 287 f.; — Schnittbleche A 288.
Preßblechindustrie 180; — gelochtes Blech A 180; — Drahtsieb 182, A 180; — Kupferplatte mit konischen Löchern 182, A 180; — Schnittblech eben, mit Pressung 182, A 181; — Pressung ohne Schnitt 182, A 181; — Blechgitter A 182; — Schnittgitter A 182; — Maschine zur Herstellung von Blechgittern 182, A 183; — Zange 183, A 184; — Beißzange 183, A 184; — Drehbankherz 183, A 184; — Lünette 183, A 184; — Riemenscheibe 183, A 184 f.; — Rahmen für Straßenbahnwagen 183, A 185.
Presse, dampfhydraulische, f. 10 000 000 kg Druck A 25.
Preßgitter (Drahtweb.) A 190.
Preßhärtetasten, amerikan., f. Stahlhärtung A 140.
Preßhärtung der Sägen 331, A 330.
Preßluftwerkzeuge im Maschinenbau 125; — Verstemmen von Kesseln mit Benutzung des Preßlufthammers 125, A 111; — Benutzung des Preßlufthammers unter Wasser 125, A 114; — in der Schmiedeeisenindustrie f. u. Stahlwaren- und Kleineisenindustrie.
Preßnägel 225.
Preßplatten f. Stahlhärt. 140.
Preßwalzen 57, A 59.
Propeller f. Schiffsschraube.
Proportionalzirkel 865, 868, A 864, 866.
Prött und Seelhoff: Luftdruckakkumulator 26, A 28.
Puddelprozeß, Bedeutung des, für das Walzwerk 37.
Puddelstahl 131.

Quadrateisen, Kaliber für A 47.
Querhammer zum Spannen der Sägen 332, A 330.
Quinnesscafall, Preßluftanlage an den 111, 154, A 155.
Quirin (Drahtstiftfabr.) 231.
Quirlholz zum Feueranzünden 105, A 106.

Rabitzgewebe 190.
Räder, Herstellung v. schmiedeisernen 33, A 34.
Räder- und Bandagendoppeldrehbank, elektrisch betrieben A 127.
Räderformmaschine (Eisengießerei) 85, A 84.
Radialspeichen am Fahrrad A 394.
Radinger (Dampfmasch.) 108.
Raffinierstahl 132; — eine Zange A 132.
Rahmen am Fahrrad 381 f., A 380 f.; — aus Bambus 384, 392, A 382, 390; — hölzerne 391, A 390.
Rahmenbohrmaschine (Fahrradind.) 390, A 383.
Rastermesser 276, A 278; — Schärfen A 278; — „Figaro" A 278; — römisches 261, A 260.
Raspen, Raspeln 339; — Arten 339, A 340; — Hiebarten 339, A 340.
Rauhen der Walzen 39.
Reddith, Radelindustrie zu 209.
Redtenbacher, Professor 129, Porträt A 128.
Reduktionsmaßstab 368, A 366.
Reibungskuppelung im Walzwerk 42.
Reide an der Knopflochschere A 279.
Reißfeder s. unter Reißzeug.
Reißzeug, Herstellung 363; — alte Zirkelformen (17. Jahrhundert) 365, A 363; — alte Formen der Reißfeder 365, A 364; — Proportionalzirkel 365, A 364; — Transporteur 365, A 364; — grober Schlosserzirkel A 365; — Spitzenformen 367, A 365; — runde Spitze A 365; — Trapezzirkel mit Rundspitze 367, A 365; — Rundzirkel 367, A 365; — Teile eines vollständigen 368, A 366; — Reißfeder, richtig, falsch A 367; — ein mittleres 369, A 367; — Einsatzfeder 369, A 367; — Gabelstücke des Handzirkels 369, A 367; — Verbindung der Spitze mit dem Schenkel 369, A 367; — Deckscheibe und Stift 370, A 367; — fertige Gelenklagen 370, A 367; — Schmirgelscheibe 370, A 367; — Bildung der Einsatzhöhlung 370, A 367; — Gelenke der Einsätze 370, A 368; — Reißfeder 371, A 368; — alte, neue Form der Reißfeder 371, A 368; — lose Teile der Reißfeder 371, A 368; — einstückige Reißfeder 371, A 368; — Zusammenstellung der Stellschraube 371 f., A 369; — Herstellung der Scheibe 372, A 369; — Scheibendrehbank von Baccani 372, A 369; — Schraubendrehbank von Baccani 372, A 370; — Ringfräser 372, A 371; — Einsatz für das Rundsystem 378, A 371; — Arbeiten am Transporteur 378, A 371; — Teilmaschine 378, A 372; — Kreisteilmaschine A 373.
Remscheid, Beraische Stahlindustrie in 93, A 94; — Feilenindustrie 337, 345; — Feilenfabrik von G. Corts 349, 352, A 341, 350 f., 353, 355; — Schlittschuhfabrikation 362.
renard (Luppe) 5.
Rennfeuer 61.
Rennwolf A 374.
Renoldsche Kette A 303.
Reuleaux, Professor 103, 105, 129, 256 f.; — Porträt A 128.
Reversierwalzwerk A 42.
Revolvernietenpresse 239, A 238.
Rheinländische Sense A 293.
Rhenus-Fahrradwerke, Doppelkugellager der 401, A 400.
Richards Kunstwagen 375.
Richten der Feilen 340; — der Nadeln 205, A 207; — der Sägen 326 (330); — des Stahles 140.
Richthammer (Stahlhärtung) A 140.
Richt- und Schneidemaschine (Nadelind.) 199, A 200.
Riebel & Müller (Radelind.) 216.
Riedler (Preßluftanl.) 154.
Rieflers Rundzirkel 368, A 367.
Riemenhammer 149 f., A 149 f.; — Abheber mit Riemenschleife A 150; — Dampfriemenhammer 152, A 150.
Riemenscheibe aus Preßblech 183, A 184 f.; — Formen einer gußeisernen 75, 83, A 76, 84.
Rillengesenk f. Metallkugeln A 217.
Ringe (Formwalzen) 44.
Ringe, Herstellung nahtloser (Klempn.) 176, A 175.
Ringfräser für Reißzeugfabr. 372, A 371.
Ringpanzer, römischer A 189.
Ringwalzwerk 54; — Bandagenwalzen 54, A 55; — Bandagenwalzwerk d. Rheinischen Stahlwerke zu Ruhrort 56, T 56.
Rogers' Nadelmaschine A 230.
Rohrabschneidemasch. (Fahrradind.) 384, A 383.
Rohrabstechmaschine (Fahrradind.) 384, A 383
Rohre, Herstellung eiserner 308; — Bildung d. Trichters A 308; — Ziehen A 308; — Ziehbank A 308; — stumpfe Schweißung A 308; — Überblattung A 308; — Dornwalze 308, A 309; — spiralgelötete Röhre A 309; — spiralgeschweißte Röhre A 309; — gedübelte Röhre A 309; — Walzen der Wellblechrohre A 309 f.; — Falzen der eisernen Rohre A 310; — Vorlochen für nahtlose Rohre A 310; — nahtlose Rohre n. Ehrhardt A 310; — Mannesmannverfahren 310, A 311; — Sharp & Billings Verfahren 312, A 311; — Walzen eines gegossenen Rohres A 312; — Auswalzen der Rippe 313, A 312; — Walzen eines Rippenrohres 313, A 312; — konische Rohre A 312; — Expansionszieheisen 314, A 313; — Rohrpresse 314, A 313; — Topfen und Ziehen A 314; — Metallschläuche A 315.
Rohrfals-Zudrückmaschine 175, A 174.
Rohrgießerei 80; — Rohrkasten A 80.
Rohstahl 131.
Rohstück im Maschinenbau 118.
Rollbank (Radelind.) 205, A 208.
Rolle, Formen einer gußeisernen A 79.
Rolle, Nähnadel- 205, A 209.
Rolle, Roller, Rollgabel (Radelfabr.) A 200 f.
Rollenrichtbrett (Radelind.) A 199.
Rollsaganlage (Eisengieß.) A 90.
Rollofen (Walzw.) 47, A 46.
Rollpaket (Radelind.) 205, A 208.
Römer, Damastschwerter der A 262.
Römische Feile A 337; — Grobschmied (Relief) A 4; — Helme 166, A 167; — Ringpanzer A 189; — Schmied, mit dem Handhammer arbeitend (Vasenbild) A 4; — Ketten A 301; — Messer, Rastermesser 261, A 260; — Panzerhemd, Stücke eines A 301; — Ringpanzer A 189; — tragbare Schmiede (Relief) A 4; — Schraubenpresse 243, A 242; — Schuppenpanzer A 166.
Rootgebläse f. Schmiedefeuer A 13.
Rosendamast, Stahl 133.
Rosenschere A 281.
Rosten des Eisens 160.
Rostschutzprozeß, Gesnerscher 165.
Rouleauboaken A 235.
Rover (1884) 381, A 378
Ruchen der Sense 292, A 294.
Ruderrahmen aus Stahlguß für ein Panzerschiff 129, A 113.
Ruderstevnen aus Gußstahl f. ein Panzerschiff 88, 98, A 95.
Rugerus, „Organarium" 86.
Ruhrort, Schienenwalzwerk der Rheinischen Stahlwerke T 46; — Bandagenwalzwerk der Rheinischen Stahlwerke zu 56, T 56.
Rundblech für Gußformenherst. 74, A 75.
Rundhornstickel (Klempn.) A 179.
Rundmaschine (Blechverarb.) A 171; — f. Trichter A 172.
Rundzirkel 367, A 366.

Säbelklingen, Herstellung von 295.
Sachauer 289, A 290; — sichelförmiger A 291.
Sächsisches Universal-Trägerwalzwerk 48, A 49.
Sägebock zum Schärfen der Sägen A 328.
Sägen, Herstellung von 325; — Bruchstück eines Sägeblattes, gefunden zu Ninive A 325; — Breiten d. Säge A 325; — Kreissägen 325, A 326; — Schleifmaschine für Mühlsägen A 326; — Pließwalzen 326, A 327; — amerikan. Schleifeinrichtung mit selbsttätiger Rückkehr A 327; — Zurücknehmen der Säge beim Nachschleifen 328, A 327; — Pließen von Hand über der Rolle 328, A 327; — Pließen mit Hebelkraft 328, A 327; — Auffangen der Säge 328, A 327; — Pließen mit Speisewalzen A 328; — Speisewalzen m. Wendelauf A 328; — Sägebock A 328; — Zahnschärfmasch. A 329; — Bandsägefestmaschine A 329; — amerikanischer Härteofen mit hydraulischer Pressung 331, A 330; — Preßhärtung 331, A 330; — Amboß zum Spannen der Säge, Quer-

Digitized by Google

hammer, Spannhammer, Kopfhammer 332, A 330; — Schleifmaschine f. Kreissägen 329, 332, A 330; — Pließen der Kreissäge 332, A 330; — Schärfen der Kreissäge 332, A 331; — Schärfen einer hinterlochten Säge A 331; — hinterlochtes Fournierſegment 333, A 332; — hinterlochte Trommelſäge 335, A 332; — hinterlochte Bauchſäge 333, A 332; — Normalſäge 333, A 332; — Kreisſägen m. eingeſetzten Zähnen 334, A 333; — Sägenſetzer mit Anſchlag, kreisförmiger 334, A 333; — Schränkzangen 334, A 333; — Meißelſäge 334, A 333; — Bandmeißelſäge 334, A 333; — Kreismeißelſäge 334, A 333; — Bogenſäge 335, A 333; — Hartmanns Zahnform für Bogenſägen 335, A 334; — ſelbſtthätige Kaltſäge 335, A 334; — Kaltſägemaſchine A 334; — geſtauchter Zahn einer Kaltſäge 336, A 335; — Werkzeug zum Stauchen 336, A 335; — Härtepreſſe von Haebicke 336, A 335; — Kugelſchalſäge A 336; — Gliederſäge A 336; — Kettenſäge A 336.
Samuda Brothers (Eiſeninд.) 398.
Sandaufbereitung in einer Eiſengießerei 95, A 96.
Sandformen in einer Eiſengießerei 95, A 98.
Sandhaken für Gußformherſt. 74, A 75.
Sandſtrahlgebläſe in d. Eiſengießerei 90, A 91; — Putzen der fertigen Gußſtücke durch 95, A 102; — in d. Feilenfabr. 354, A 352; — Sandſtrahlbläſerei 354, A 353.
Sattelſtützrohrmuffe aus dem Vollen, getrennt (Fahrradind.) 384, A 384 f.
saumon (Luppe) 5.
Savery, Phyſiker 108.
Sax, Waffe 261.
Schaben der Senſe 292.
Schablonenformerei in einer Eiſengießerei 95 A 82, 99.
Schaffſcher 288, A 287.
Schaffſchermeſſer A 284.
Schaken, Ketten- A 302.
Schärfen der Feilen 354; — durch Beizen A 354.
Schärfmaſchine f. Kreisſägen 332, A 331.
Scheibendrehbank (Reißzeugfabr.) 372, A 369.
Scheibengebläſe für Schmiedefeuer A 13.
Scheren, Herſtellung der 279; — Knopflochſcheere A 279; — Papierſcheere A 279; — moderne Scherenformen 280; — Garten- u. andere grobe Scheren 280, A 281 f.; — Schnitt A 283; — Ausfräſen A 283; — Schluß der Schere 284, A 283; — Meſſer A 283; — Doppelfallwerk zum Schlagen grober Scheren 283, A 285; — Mähmaſchinenmeſſer A 284; — Schaffſchermeſſer A 284; — Kettenhärtemaſchine. Kettenglieder A 284; — Feder A 285; — Heckenſchere A 285; — Hebelſchere A 285; — Blechſchere mit Hebel 287, A 286; — Schneideſcheren 287, A 286; — Hübnerſchere A 287; — aus Preßblech, mit Federgriff 288, A 287; — Blumenſchere 288, A 287 f.; — Schnittbleche A 288; — verſchiedene Formen A 289; — für Blecharbeiten 167, A 167 ff.
Schichau, Ferdinand, Porträt A 110; — Dampfmaſchinenbau 108.
Schienenwalzwerk der Rheiniſchen Stahlwerke in Ruhrort T 46.
Schiffsmaſchine, Geſchichte der 108; — S. M. Panzerſchiff „Bayern" 117, A 109; — des Schnelldampfers „Kaiſer Friedrich" 117, A 109.
Schiffsſchraube, Formen einer (Eiſengieß.) A 83.
Schiffsſchraubenwelle, Herſtellung einer vierfach gekröpften A 33.
Schilling & Krämer (Schraubenherſt.) 249.
Schlächterbeil 298, A 299.
Schlacke beim Schweißen 141; — künſtliche 142.
Schläuche, Metall- A 315.
Schleicher & Söhne (Nadelind.) 201.
Schleifen der Drahtſtifte 230; — der Feilen 340; — der Kugeln 319; — der Meſſerklingen 269; — der Nadeln 200; — der Sägen 326; — der Scheren 280; — der Stahlfedern 188, A 187; — der Stecknadeln A 216; — der Strickнadeln A 212; — der Zirkel 370.
Schleifſtetten A 305.
Schleifkotten 270.
Schleifmaſchinen für Eiſenkugeln 320, A 319 f.; — für Kreisſägen 329, 332, A 330; — i. Maſchinenbau 124.
Schlichtfeilen 339.
Schlichtwalzwerk 50.
Schlieper & Nölle (Kettenfabr.) 305.
Schließnadel 198.
Schlittſchuhe, Herſtellung der 357; — Schneeſchuh (Ski) A 357; — Rohſtück zum Lauf A 357; — alte Form des Laufes A 357; — der moderne Schlittſchuh. Beſtandteile A 358; — Exzenterpreſſe von Schröder A 359; — Schnittſtempel A 359; — Ausſchneiden der Sohlplatte A 359; — Holzſchlittſchuh A 357; — Stahl zum Lauf 361, A 360; — Härten des Laufs 361, A 360; — Anlaßofen 361, A 360; — Pließen des Laufes A 361; — Befeſtigung des Laufs 362, A 361; — Vernieten A 362; — Schlittſchuh „Merkur" A 362.
Schloß aus Gußeiſen 182, A 86.
Schloſſerzirkel A 365.
Schlußſtück an Scheren 284, A 283.
Schmalkalden, Nagelfabrikation zu 217.
Schmelzbarkeit des Eiſens 130.
Schmelzofen von Baſſe & Selve (Eiſengieß.) 71, A 72; — tragbarer chineſiſcher 67, A 66.
Schmidt (Dampfmaſch.) 110.
Schmidt, C. S., Arbeitsſaal der Drahtweberei von 195, A 197.
Schmidtſcher Luftхammer 152, A 151.
Schmiedbarer Guß 98.
Schmiedbarkeit des Eiſens 130.
Schmiede, die 3; — Begriff des Schmiedens. Geſchichtliches 3; — antike Darſtellungen des Schmiedens A 4 f.; — Schmiede in Unjamweſt 5, A 6; — das Schmiedefeuer 6; — Flammofen mit Benutzung der Abgaſe 6, A 7; — Schmiedefeuer für Eiſenbahnräder 6, A 8; — gemauerte, gußeiſerne Schmiedeeſſe 7, A 8; — vierfache Schmiede mit Flachroſt und unterirdiſchem Abzug 8, A 9; — Waſſerſtaubſchmiede 9, A 10; — Zentrifugalventilator A 11; — Waſſerfallgebläſe 11, A 12; — Dampfſtrahlgebläſe 11, A 12; — Blaſebalg 11, A 12; cylindriſcher A 12; — Kapſelgebläſe A 13; — Rootgebläſe A 13; — Scheibengebläſe A 13; — Cylindergebläſe mit Waſſerdichtung 13, A 14; — Zellenradgebläſe A 14; — fahrbare, tragbare Schmiede 14, A 15; — Glühpackung 15, A 16; — der Dampfhammer 16; — grundlegende Dampfhammerſyſteme A 17; — Nasmythhammer 18, A 17 f.; — doppeltwirkender Hammer 20, A 20 f.; — elektr. Hammer 23; — Gashammer 23; — Daelens Dampfhammer 23, A 17; — Henckelſcher Hammer 21, A 22; — Banningſcher Dampfhammer A 23; — Brinkmanſcher Dampfhammer A 23; — Transmiſſionshammer 23; — Schmiede-, Warmpreſſe u. Schmiedemaſchine 24; — dampfhydrauliſche Preſſe f. 10 000 000 kg Druck A 25; — Daelens Schmiedepreſſe 24, A 26; — Dampfpumpe für die hydraul. Schmiedepreſſe 26, A 27; — Gewichtsakkumulator 26, A 27; — Luftdruckakkumulator von Prött u. Seelhoff 26, A 28; — Daelens Drucküberſetzer 27, A 29; — Schmiedepreſſe in Dampfhammerform 28, A 30; — Schmiedepreſſe mit Geſenk für Lokomotivkolben 30, A 31; — Schmiedepreſſe mit Geſenk u. Einlage 30, A 31; — Technik des Schmiedens 31; — Herſtellung einer doppelt gekröpften Kurbelachſe 31, A 32; — einer vierfach gekröpften Schiffsſchraubenwelle A 33; — eines Hinterſtevens 33, A 95; — von Eiſenbahnwagenrädern 33, A 34; — alter Stielhammer der Kruppſchen Werke (1851) A 35.
Schmiedeeiſen 130 f.
Schmiedeguß 98.
Schmiedehämmer ſ. u. Stahlwaren- u. Kleineiſeninд.
Schmiedepreſſe 24; — dampfhydrauliſche f. 10 000 000 kg Druck A 25; — Daelens 24, A 26; — Dampfpumpe für hydrauliſche S. 26, A 27; — Gewichtsakkumulator 26, A 27; — Luftdruckakkumulator 26, A 28; — Daelens Drucküberſetzer 27, A 29; — in Dampfhammerform 28, A 30; — mit Geſenk f. Lokomotivkolben 30, A 31; — mit Geſenk u. Einlage 30, A 31.
Schmirgelriemen zum Gabelputzen 274, A 275.
Schneeſchuh A 357.
Schneidebank für Holzſchrauben 258, A 255; — Kopf A 255; — ſtellbares Schraubenzeug 254, A 256; — Fräſen der Holzſchrauben 254, A 256.
Schneideiſen in der Schraubenherſtellung 244, A 243.
Schneiden der Sägen 325; — Kreisſcheere 325, A 326.
Schneideſcheren 287, A 286.
Schnitt in der Meſſerſchmiedekunſt 269, A 270; — in der Scherenherſtellung A 283.
Schnittblech, eben, mit Preſſung 182, A 181.
Schnittgitter A 182.
Schnittnägel 224; — amerikaniſche 225, A 224.
Schoeffel (Feilenfabr.) 348.
Schränken der Sägen 334; — Sägenſetzer 334, A 333; — Schränkzangen 334, A 333.
Schrauben, Herſtellung von 242; — römiſche Preſſe 243, A 242; — Strähler, Strahleiſen A 243; — Getzfuß A 243; — Schneideiſen 244, A 243; — Kluppen 243, A 244 ff.; — Gewindeſchneidmaſchinen 246, A 247 f.; — Gewindebohrer 246, A 249; — Windeeiſen 247, A 249; — Drehbänke zum Gewindeſchneiden 247, A 250 f.; — Stellwerk zum Gewindeſchneiden A 251; — Stellplatte der Drehbank zum Gewindeſchneiden 248, A 251; — Gewindefräſen 248, A 252 f.; — Gewindefräsmaſchine 249, A 252; — gewundener, geſchmiedeter, gefräſter Köher 250, A 253; — Gewinderollmaſchine 250, A 253; — Gewindewalzmaſchine 250, A 254 f.; — Schneidebank für Holzſchrauben 253, A 255; — Kopf zur Holzſchraubenſchneide A 255; — ſtellbares Schraubenzeug für Holzſchraubenfabr. 254, A 256; — Fräſen der Holzſchrauben 254, A 256; — Gewindeformen 254, A 256; — Formen des Gewindeſchneidzeuges 257, A 258.
Schraubenbolzen ſ. Bolzen.
Schraubendrehbank für Reißzeugſchrauben 372, A 370.
Schreibfeder ſ. Stahlfeder.
Schrödерſche Exzenterpreſſe A 359.
Schrotbeil, Schrottbeil 32, 158, A 33.
Schrotmühle für Eiſenkugeln 322, A 320.
Schruppfeilen A 339.
Schubſtange an der Dampfmaſchine 104.
Schuchardt & Schütte, Feigenbohrmaſchine von 396, A 398.
Schuhnägel ſiehe Nägel.
Schuppenpanzer 301; — römiſcher A 166.

Digitized by Google

Schlüssel, Ziehen einer (Klempn.) 176, A 175.
Schutzbrille aus Draht 193, A 194.
Schwanzhammer 147, A 146; — Hammerhülse A 147; Helfband A 147; — mit Balkenpreller 149, A 148; — Schmieden der Messerklingen unter dem 267, A 266; — von Henckels 268, A 269.
Schwartzkopff (Lokomot.) 108.
Schwarzblech 50.
Schwebehammer 149, A 148; — chinesischer 150, A 148.
Schwedischer Hammer 149, A 148.
Schweffel & Howaldt (Schiffsmasch.) 108.
Schweinfurt, deutsche Gußstahlkugelfabrik zu 318; — Arbeitssaal f. Kugelschlucken 322, A 321.
Schweißbarkeit des Eisens 130.
Schweißeisen 131; — Kesselblech aus 49.
Schweißen des Eisens 141; — Adhäsionsplatte A 141; — Vernieten A 142; — stumpfe Schweißung A 142, 308; — stumpfer Stoß A 142; — Aufblatten A 142; — Einnieten A 142; — Verstählung A 143.
Schweißstahl 131.
Schwerter, alte deutsche A 262.
Scramasax, Waffe 261, 415.
Sechskantgewebe (Drahtweb.) A 192.
Seilscheibe, große 139, A 115.
Sellers (Schraubenfabr.)256f.
Sensen, Herstellung der 291, A 294; — verschiedene Arten A 298; — Ausbildung der Warze A 295.
Seydel & Naumann (Fahrradindustrie) 385.
Shaytingmaschine 124.
Sharp & Billings Verfahren zur Herstellung von Rohren 312, A 311.
Sheffield, Feilenfabrikation zu 337.
Sicheln A 291; — eiserne, gef. zu Karnak A 259; — Bremer A 293; — Königsberger A 293.
Sicherheitsrad (Fahrrad) 378.
Sicken am Boden 175, A 173; — eines Ofenknies 175, A 173.
Sicken-, Bördel- und Drahteinlegemaschine 175, A 172.
Sickenstock (Klempn.) A 179.
Sieb aus Draht 182, 193, A 180, 194.
Silkatid 160.
Sims (Dampfmasch.) 108.
Sly A 357.
Sloan (Holzschraubenfabr.) 252.
Soennecken (Stahlfederfabr.) 185.
Solingen, Klingenfabrik von J. A. Henckels zu A 269.
Solinger Sense A 293.
Spachtein des Eisens 161.
Spannen der Sägen 332; — Amboß 332, A 330; — Spannhammer 332, A 330; — Querhammer 332, A 330; — Kopfhammer 332, A 330.
Spannen der Sense 292.
Spatha, Schwertart 262.
Speichen am Fahrrad 394, 396 f., A 394 f., 399.
Spengler s. Klempnerei.
Spezialstahl 135.
Spicknadeln, Herstellung 308.
Spindel i. d. Rohrgießerei 80.
Spindelkasten zu einer Patronendrehbank (Schraubenherst.) 248, A 250.
Spindelpresse in der Stahlfederfabrik. A 186.
Spinnen der Kopfspirale in der Stecknadelfabr. 218.
Spiralbohrer (Fahrradind.) 385, A 384.
Spiralgeflecht (Drahtweb.) A 193.
Spiralgelötete Röhre A 309.
Spiralgeschweißte Röhre A 309.
Spitzen der Drahtstifte 230; — der Haarnadeln 210, A 211; — Maschine A 211.
Spitzenschleifmaschine (Nadelind.) 201, A 202.
Spitzenwalzen 58, A 59.
Spitzring (Drahtstiftfabr.) 230.
Springmesser 275, A 277.
Stabzweigschere A 281.
Stacheldraht, Herstellung von 193, A 196.
Staffelwalze (Walzwerke) 47, A 46.
Stahl 130.
Stahlbandkette n. Locke A 307.
Stahlfeder, Herstell. der 185, A 186; — ausgestanzte Federplatte A 185; — Ausstanzen der Federplättchen A 186; — Einprägen des Firmenstempels A 186; — Nachwalzen d. Stahlbleches A 187; — Lochen der Federn 186, A 187; — Schleifen der Federn 186, A 187; — Glühen vor dem Härten A 188.
Stahlguß 91, 114, 132; — Gießerei der Bergischen Stahlindustrie in Remscheid 93, A 94.
Stahlplattierung 51, A 143.
Stahlwaren- und Kleineisenindustrie 130; — Verarbeitung des Eisens im allgemeinen, Schweißen und Löten 130; — Kohlenstoffschaubild A 131; — eine Zange (Raffinierstahl) A 132; — Damast A 133; — Muffelofen u. offenes Gashärteofen A 136; — Gasmuffelofen 136, A 137; — Ofen mit Mühlrohr 137, A 138; — Metallbad 137, A 138; — Feilenhärtezange 137, A 138; — Härteriffe des Stahles 138, A 139; — gehöhlter Bolzen 138, A 139; — Stahlmantel A 139; — Krummsehen der Feile A 140; — amerikan. Preßhärtekasten A 140; — Richthammer A 140; — amerikan. Nachlaßofen 140, A 141; — Ofen z. Härten A 141; — Adhäsionsplatte A 141; — stumpfe Schweißung A 142; — stumpfer Stoß A 142; — Aufblatten A 142; — Einnieten A 142; — Vernieten A 142; — Verstählen A 143; — Lötkolben 143, A 144; — Werkzeuge d. Kleineisenindustrie: Kleinschmied am Amboß A 145; — englische Hämmer 145, A 146; — Feilenhauerhammer u. Amboß 145, A 146; — Schwanzhammer 147, A 146 f.; — m. Ballenpreller 149, A 148; — Bradley-Hammer 149, A 148; — Zughammer 149, A 148; — Schwebehammer 149, A 148; — schwedischer Hammer 149, A 148; — Riemenhammer 149 f., A 149 f.; — Kochscher Hammer A 149; — Dampfriemenhammer 152, A 150; — Lufthämmer 152, A 151 f., 153; — Federhammer 152, A 151; — Preßluftwerkzeuge: Preßluftleitung für 5000 Pferdestärken, Chapinmine 154, A 155; — Preßlufthammer 154, A 156; — Preßluftbohrmaschinen 154, A 156; — Arbeit des Schmiedes 157; — Schmieden einer Zange A 158; — Bruchstück eines Hufeisens aus dem Grabe Childerichs A 159; — altpersisches Hufeisen A 159; — Hufeisen für kranke Pferde A 159; — Herstellung eines Hufeisens A 159; — Schutz u. Verschönerung der Oberflächen 160; — Emaillierofen A 162; — Verzinnen A 163; — rotierende Bürste mit auswechselbaren Einsätzen (Gald.) A 164; — Blechgebilde 167; — Bolzen, Niete u. Schrauben 286; — Drahtgebilde 189; — Fahrrad 374; — Feilen 337; — Hack- u. Hauwerkzeuge 397; — Ketten 201; — Klingen 259; — Kugeln 316; — Nadeln 198; — Nägel 217; — Reißzeug 363; — Sägen 325; — Schlittschuhe 357.
Stahlzwecken 219.
Stampfen d. Nadeln s. Stempelung.
Stampfer i. d. Gußformerei 76, A 78.
Stangenzirkel 368, A 366.
Stauchen der Kaltfügen 336; — gestauchter Zahn A 335; — Werkzeug A 335.
Stauchkalibet für Eisenbahnschienen 45 A 46.
Stecknadeln s. Nadeln.
Steiger i. d. Eisengießerei 75.
Stellschraube a. d. Reißfeder 371 f., A 369.
Stellwerk z. Gewindeschneiden A 251.
Stempelmaschine (Nadelind.) 202, A 205 f.; — von Kaiser (Nadelind.) 208, A 205.
Stempelung der Nadeln 202, A 204.
Stephan, Witte & Co. (Eisenind.) 188, 209.
Stephenson, G. (Dampfmasch.) 108.
Stertrade, Eisengießerei der Gutehoffnungshütte in A 77.
Stichmaß (Maschinenbau) 117.
Stickel, Amboß A 172.
Stielhammer der Kruppschen Werke von 1851 A 35.
Stielwerkzeuge 297.
Stiftbrett z. Richten (Nadelind.) A 199.
Stirnhammer 149.
Stockschere (Klempn.) A 168.
Stockzweigschere A 281.
Stoß, stumpfer (Schweiß.) A 142.
Strahleisen, Strähler (Schraubenfabr.) A 243; — Schneiden des A 248.
Strählkluppe 245, A 246.
Straßenrennrad, modernes, der Brennaborwerke 381, A 382.
Streckapparat (Drahtstiftfabr.) A 229; — rotierender A 229.
Streckblech 182.
Streichblech für Gußformenherst. 74, A 75.
Streifenwalzen 57, A 59.
Strickmaschine s. Nadeln.
Strohseilen 338, A 339.
Stuhlzirkel 368, A 366; — Bildung der Einsatzhöhlung 370, A 367; — Gelenke der Einsätze 370, A 368; — Einsatz für das Rundsystem 373, A 371.
Stuhlmacherraspe 339, A 340.
Sturzblech 50.
Sturzwalzwerke 50.
Sulzersche Eisengießerei in Winterthur: Sandaufbereitung 95, A 96; — Kleinformerei A 97; — Sandformerei A 98; — Schablonenformerei A 99; — Masseformerei A 100 f.; — Putzen der fertigen Gußstücke durch Sandstrahlgebläse A 102; — Großgießerei A 115.
Swedenborg (Walzwerk) 37.

Tafelmesser aus dem 15. Jahrh. 264, A 263; — Herstellung 266, A 265.
Tafelschere (Klempn.) 168, A 169.
Tandem, Motor- 410, A 409.
Tangentialspeichen am Fahrrad 394, A 393.
Tapeziernägel, Maschine zur Herstellung 233, A 234.
Taschenmesser: Klinge A 276; Teile des Heftes A 277; — verschiedene Formen A 277; — Werkzeugmesser „Elektron" A 278.
Taschenscheren A 289.
Taschenzirkel 368, A 366.
Technisches Schulwesen in Deutschland 126.
Teilhärtung an Scherenmessern 288.
Teilmaschine (Reißzeugfabr.) 378, A 372; — Kreisteilmaschine A 373.
Temmel (Fahrradind.) 380.
Temperatsen 133.
Thomson, R. W. (Fahrrad) 378.
Thüringen, Nagelind. in 224.
Tiegel, Herstellung (Eisengieß.) 68, A 70; — am Iran 68, A 67.
Tiegelgußstahl 132.
Tiegelofen (Eisengieß.) A 68.
Tischformerei (Eisengieß.) 76, A 81.
Tischmesser s. Tafelmesser.
Tischrolle aus Preßblech 188, A 184.
Tischwalzen (Walzw.) A 60.
Tonnen eiserner Röhre A 314.
Topfziehen (Klempn.) 176, A 175.
Torricelli, Physiker 107.
Trägerwalzwerk von Sack 48, A 49.
Tranchiermesser (15. Jahrh.) 264, A 263.
Transmission 111.
Transmissionshammer 23.
Transmissionsketten 301.
Transmissionsriemenhammer 150, A 149 f.
Transporteur, Maßstab 365, 368, A 364, 366; — Arbeiten am 373, A 371.
Trapezgewinde s. Schrauben 255, A 256.
Trapezzirkel 367, A 365.
Treibketten 301.
Trichter, Rundmaschine für A 172.

Digitized by Google

Triowalzwerk 48, A 48; — Walzenständer A 48; — mit loser Mittelwalze A 44.
Trockenofen f. Eisengußformen A 74.
Trockenschleifen der Messerklingen 271.
Trommeln in d. Eisengießerei A 90; — zum Nachlassen der Radeln 205, A 208; — für Stahlhärtung 189.
Trommelsäge, hinterlochte 333, A 332.

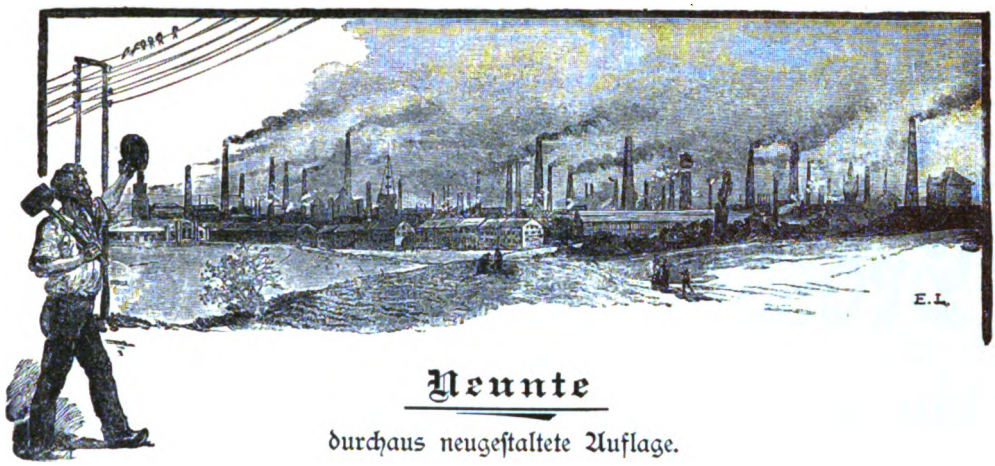
Überblatten in d. Schweißung A; 142 — eis. Rohre A 308.
Überhitzen des Stahles 134.
Umschlagen der Haarnadeln 211, A 212.
Universaldampfhammer von Henckels 21, A 22.
Universalfräsmaschine von Frister & Roßmann A 124.
Universalgartenwerkz. A 281.
Universal-Stecknadelmaschine 216, A 215.
Universal-Trägerwalzwerk v. Sack 48, A 49.
Universalwalzwerk v. Daelen A 48.
Unjamwesi, Schmiede ins, A6.
Unrundwalzen 58; — Spitzenwalzen rotierend, oscillierend 58, A 59; — Ringenwalzen A 59; — Pilgerschritt A 60; — Tischwalzen A 60.
Unterwind b. Schmiedefeuer 6.

Vaccani (Reißzeugfabr.) 369; — ein mittleres Reißzeug 369, A 367; — Scheibendrehbank 372, A 369; — Schraubendrehbank 372, A 370.
Velocipeb s. Fahrrad.
Verbindungswärme fester Körper 14.
Verbleien des Eisens 168.
Verbrennen des Stahles 134.
Verbrennungstemperatur, theoretische 10.
Verbundketten 301, A 307.
Vernieten (Eisenind.) A 142.
Verstählung (Eisenind.) A 143; — Klingen A 264.
Verstemmen von Kesseln mit Benutzung des Preßluftshammers 126, A 111.
Verwey' Kunstwagen 375, A 376.
Verzieren des Eisens 161.
Verzinken des Eisens 168.
Verzinnen des Bleches, Eisens 168, 166, A 168; — des Lötkolbens 144.
Verzundern des Eisens 134.
Viereckgeflecht (Drahtindustrie) A 192.
Vierhammer 267, A 268; — Bahnen des A 269.
Vierrad s. Fahrrad, Motorrad.
Viertaktmotor von Otto 110.
Vierwalzwerk 44, A 45.
Viktoriakluppe von Westphal 245, A 246.
Viktorkette A 305.
Vincentsche Frittionsschraubenpresse 236, A 237.
Vorbiegen des Stahles 140.
Vorreißen (Maschinenbau) 114.
Vorschneider (Gewindebohrer) 247, A 249.
Vorwalzwerk 45.
Vulkan, für Jupiter den Blitz schmiedend (Vasenbild) A 4.

Wagner, Richard (Feilenind.) 356.
Walzdraht, Kaliber für A 48.
Walzengang (Walzw.) 40.
Walzenständer (Walzw.) A 39, 43.
Walzstücke, die längsten 54.
Walzwerk 36; — Geschichtliches 36; — Blechwalzwerk von 1615 36, A 37; — Walzwerk a. d. 17. Jahrh. 36, A 38; — die Walzen und ihre Lagerung 38; — Walzenpaar mit dem Walzstück 38, A 39; — zu dickes Walzstück 38, A 39; — richtige Walzstärke A 39; — Walzenständer A 39; — Walzenreihe mit Kuppelungen A 40; — Entstehung der Kammwalze A 41; — Hebelausgleichung A 41; — hydraulische Gewichtsausgleichung A 41; — Kehrwalzwerk A 42; — Zwei- oder Duowalzwerk 42; — Drei- oder Triowalzwerk A 43; — Walzenständer A 43; — Dreiwalzwerk mit loser Mittelwalze 43, A 44; — Vierwalzwerk 44, A 45; — das Formwalzen 44; — offenes, geschlossenes Kaliber 44, A 45; — Kaliber für T-Eisen A 45; — Kaliber für Doppel-T-Eisen 45, A 46; — Schienenwalzwerk der Rheinischen Stahlwerke in Ruhrort T 45; — Kaliber für Eisenbahnschienen 45, A 46; — Rollofen 47, A 46; — Wärmegrube A 47; — Kaliber für Quadrateisen A 47; — Kaliber für Flacheisen A 47; — Staffelwalze 47, A 48; — Kaliber für Walzdraht A 48; — Universalwalzwerk von Daelen A 48; — Sachsen Universal-Trägerwalzwerk 48, A 49; — Blechwalzen 49; — Webers Walzwerkanordnung 48, A 50; — das Walzen der Panzerplatten 51; — Gießgrube für verstählte Panzerplatten A 51; — Kruppsches Panzerplattenwalzwerk 51, 54, A 52 f.; — das Ringwalzwerk 54; — Bandagenwalzen 54, A 55; — Bandagenwalzwerk der Rheinischen Stahlwerke zu Ruhrort 56, T 56; — Figurenwalzen 56; — Hobeleisenwalzen 57, A 56; — Bierstäbe A 57 f.; — Unrundwalzen 58; — Streifenwalzen 57, A 59; — Wellblechwalzen 57, A 59; — Profilwalzen 57, A 59; — Spitzenwalzen rotierend, oscillierend 58, A 59; — Ringenwalzen A 59; — Tischwalzen A 60; — Pilgerschritt A 60.
Walzwerk für Ketten 303, A 302; — zur Erzeugung von Eisenkugeln 319, A 318.
Wärmegrube (Walzw) A 47.
Warmpresse mit Gesenk für Lokomotivkolben 80, A 81; — mit Gesenk u. Einlage 80, A 81.
Warze a. d. Sense 292, A 295.
Wasserfallgebläse f. Schmiedefeuer 11, A 12.
Wasserstaubschmiede 9, A 10.
Watt, James, Dampfhammer 16; — Dampfmaschine 108.
Webers Walzwerkanordnung 48, A 50.
Wechselräder a. d. Leitspindeldrehbank 248, A 251.
Weddina (Eisenind.) 54, 229.
Weichlot 143.
Weichlöten 180.
Weigel (Walzw.) 36.
Weißblech 167.
Weißsieden der Stecknadeln 215.
Wellblechspiralrohr A 309 f.
Wellblechwalzen 57, A 59.
Wellengatter (Drahtw.) A 190.
Wellners Zellenradgebläse f. Schmiedefeuer A 14.
Wendegetriebe im Walzw. 42.
Werder (Nagelfabr.) 217, 231.
Werkzeugmaschinen 113, 114; — Spezialisierung der 123; — Dreherei von Schieß in Oberbilk T 123; — Werkstätte der Sächs. Maschinenfabr. in Chemnitz T 123.
Werkzeugmesser „Elektron" von Overbeck 276, A 278.
Westinghousesche Eisengießerei in Wilmersdorf b. Pittsburg 90, A 93 f.
Westphalsche Kluppe 245, A 246.
Westwood, John (Walzw.) 37.
Weyersberg, Kirschbaum & Co. (Klingenherst.) 297.
White (Nagelfabr.) 217.
Whitworth, Joseph (Schraubenfabr.) 153, 256; — Porträt A 257.
Wilmersdorf, Eisengießerei v. Westinghouse in 90, A 93 f.
Windeeisen (Schraubenfabr.) 247, A 249.
Winkel (Reißzeug) 368, A 366.
Winkelscheren (Klempn.) A 168.
Winterhoffsche Kluppe A 245; — Windeeisen 247, A 249.
Winterthur, Eisengießerei von Gebr. Sulzer 95, A 96 f., 98 f., 100 f., 102, 115.
Wippe (Schraubenherst.) 252.
Wittkowitz, Panzerplattenwalzwerk zu 51.
Wolff & Knippenberg (Radelind.) 209.
Wolfram in der Eisenverarbeitung 131.
Woodsches Gießverfahren 71.
Woolf (Dampfmasch.) 108.
Worcester, Marquis v., Physiker 107, 111.

Zahnen der Säge 328; — Sägebock A 328; — Zahnschärfmaschine A 329.
Zähnen, Kreissäge mit eingesetzten 333, A 332.
Zainen der Sense 292.
Zange, Schmieden einer A 158; — aus Preßblech 188, A 184
Zeichenzange A 281.
Zeichnung t. Maschinenb. 118.
Zellenradgebläse f. Schmiedefeuer A 14.
Zementierprozeß in der Radelfabrikation 204.
Zementstahl 131.
Zenies (Feilenhaumasch.) 347.
Zentrier- und Spannapparat für Fahrräder 397, A 398.
Zentriermaschine (Walzw.) 56.
Zentrifugalguß (Eisengieß.) 82.
Zentrifugalventilator für Schmiedefeuer A 11.
Zerkleinerungsmaschinen 113.
Zeuner, Professor Dr. Gustav 129, Porträt A 128.
Ziehbank (Drahtstiftfabr.) A 227.
Ziehen, Fabrikation von 226, A 227.
Ziehen einer Schlüssel (Klempn.) 176, A 175; — eiserner Rohre, Ziehbank A 308, 314.
Ziehpressen (Klempn.) 176, A 176 f., 178.
Zierbleche 132.
Zierdrahtgitter 197.
Zierketten aus Draht 305, A 306.
Ziernägel 233.
Zierstäbe (Figurenwalz.) A 57 f.
Zimmermann (Maschinenbau) 128.
Zirkel f. u. Reißzeug.
Zuckerhauer 290, A 290 f.
Zughammer 149, A 148.
Zwangsschluß a. d. Masch. 105.
Zweigscheren A 281.
Zweirad s. Fahrrad, Motorrad.
Zweiwalzwerke 42.

Digitized by Google



Neunte

durchaus neugestaltete Auflage.

Buch der Erfindungen, Gewerbe und Industrien.

Gesamtdarstellung aller Gebiete der gewerblichen und industriellen Arbeit

sowie von Weltverkehr und Weltwirtschaft.

Mit etwa **6000** Text-Abbildungen und vielen Tafeln zum Teil in Chromodruck.

Bearbeitet von

Dr. **F. Ahrens**, Prof. für landwirtschaftliche Technologie in Breslau — Prof. Dr. **W. Borchers** in Aachen — Dir. **H. Brüggemann** in Mülhausen i. E. — Hauptmann a. D. **J. Castner** in Friedenau — Zivilingenieur **E. Dalchow** in Berlin — **G. Ebe**, Architekt in Berlin — Architekt **J. Faulwasser** in Hamburg — Dr. **L. Grunmach**, Prof. a. d. techn. Hochschule zu Berlin — **M. Gürtler**, Direktor der höh. Webeschule in Berlin — **Hermann Haedicke**, Direktor der Königlichen Fachschule in Remscheid — Regierungsrat Dr. **H. Hecht** in Charlottenburg — Ingenieur **Julius Hoch** in Zittau — **Max Kraft**, Prof. a. d. techn. Hochschule in Graz — Prof. Dr. **Lassar-Cohn** in Königsberg — Dr **Richard Loewenthal**, Lehrer a. d. höh. Webeschule in Kottbus — Prof. **Ferd. Luthmer**, Direktor der Kunstgewerbeschule in Frankfurt a. M. — **Ernst Ritter**, Direktor der k. k. Fachschule für Holzindustrie in Villach — Geheimrat Prof. **F. Reuleaux** in Berlin — **Franz Rey**, Prof. a. d. techn. Hochschule in Wien — Ingenieur **E. Rosenbaum** in Kiel — **H. Rowald**, Stadtbauinspektor in Hannover — **Ejard Schwarz**, kaiserl. Marine-Oberbaurat in Berlin — Prof. Dr. **H. Fritzgast**, Direktor des landwirtschaftlichen Instituts in Jena — **E. Treptow**, Prof. a. d. Bergakademie in Freiberg — Prof. **L. Troske** in Hannover — **R. Wilke**, Ingenieur für Elektrotechnik in Berlin — Prof. Dr. **F. Wüst**, Lehrer a. d. Hüttenschule in Duisburg — und vielen andern Fachmännern ersten Ranges.

Vollständig in 10 Bänden.

geheftet je **8** M., in Halbfranz gebunden je **10** M. — Auch in **160** Heften zu je **50** Pf., oder in **400** Lieferungen zu je **20** Pf. beziehbar.

Inhaltsübersicht. Band I: Entwickelungsgang und Bildungsmittel der Menschheit. — Entwickelung der Baukunst. — Technik des Bauwesens. — Ortsanlagen. Gemeinnützige bauliche Einrichtungen der modernen Städte. — Beleuchtung, Heizung, Ventilation. — Band II: Die Kräfte der Natur und ihre Benutzung. — Band III: Die Elektrizität, ihre Erzeugung und ihre Anwendung in Industrie und Gewerbe. — Band IV: Landwirtschaft und landwirtschaftliche Gewerbe und Industrien. — Band V: Bergbau und Hüttenwesen. — Band VI: Die Verarbeitung der Metalle. — Band VII: Die Industrien der Steine und Erden. Chemische Industrie. — Band VIII: Die Verarbeitung der Faserstoffe. — Band IX: Weltverkehr und seine Mittel. — Band X: Welthandel und Weltwirtschaft. Generalregister.

Dieses große nationale Werk steht einzig da in der gesamten technischen Litteratur aller Völker. Es ist ein Schatz praktischen Wissens und unentbehrlich für jedermann.

Verlag von **Otto Spamer** in **Leipzig.**

Digitized by Google

Spamers Grosser Hand-Atlas.

150 Kartenseiten nebst alphabetischem Namenverzeichnis.

Hierzu **150 Folio-Seiten Text,**

enthaltend eine **geographische, ethnographische** und **statistische Beschreibung aller Teile der Erde**

von Dr. **Alfred Hettner,** a. o. Prof. an der Universität Heidelberg.

Mit ca. 600 topographischen, physikalischen, ethnographischen, historischen und statistischen Karten und Diagrammen.

Zweite Auflage.

Zu beziehen: In Halbfr. geb. Preis 20 M., oder in 32 Lieferungen zu je 50 Pf. Gesamtpreis 16 M.

Mit diesem Hand-Atlas ist zu wirklich billigem Preise ein Kartenwerk geschaffen, das nicht nur gelegentlich als Nachschlagewerk dienen, sondern zugleich ein **Bildungsmittel von dauerndem Werte** sein soll, das man **jederzeit** mit Interesse zur Hand nehmen kann. Die sonst nirgends gebotene Vereinigung der Karten eines großen Hand-Atlas mit einem von einem ausgezeichneten Fachmanne bearbeiteten **Abriß der Geographie** und mit **Hunderten von kleineren Detail- und Übersichtskarten** ist in ganz besonderem Maße geeignet, anregend und instruktiv zu wirken, und dürfte für viele, ja die meisten, den Besitz eines derartigen Werkes erst wirklich fruchtbringend gestalten.

Digitized by Google

Leixners
Deutsche Litteraturgeschichte

Fünfte, sowohl textlich als bildlich vermehrte und verbesserte Auflage

Ein stattlicher Band von 135 Druckbogen groß 8° mit 1180 Seiten, 55 zum Teil farbigen Beilagen und 423 Abbildungen im Texte.

Preis: Geheftet **16 M.** In Pracht-Einband **20 M.**

Ausgabe in zwei Bänden geheftet je **8 M.**, gebunden je **10 M.**

Leixner, selbst ein feinsinniger Dichter und zugleich ein trefflicher Kunsthistoriker, behandelt mit Frische und lebendiger Anschaulichkeit die gesamte deutsche Litteratur von den ersten Anfängen bis auf unsere Tage, und zwar durchaus im Zusammenhange mit dem nationalen Leben, mit dem Volkscharakter und der Volksgeschichte. Von der Überzeugung durchdrungen, daß die höchsten Schöpfungen der deutschen Litteratur den Einklang von Schönheit der Form und höchster, edelster Sittlichkeit zeigen, richtet Leixner seinen kritischen Sinn auf Ausscheidung des Idealen, Bleibenden, Tiefen von dem bloß äußerlich Glänzenden, und deshalb ist diese Litteraturgeschichte vor allen anderen geeignet, in die Kenntnis der deutschen Litteratur einzuführen, während anderseits auch der Kenner durch das durchaus selbständige und überall auf eigener Kenntnis der Quellen beruhende Urteil Leixners vielfach Anregung finden wird.

Mit dem Verfasser Hand in Hand gehend, hat die Verlagsbuchhandlung der Ausstattung des Werkes unausgesetzte Sorgfalt gewidmet und keine Kosten gescheut, um durch die vollständig erneuerte, mit allen Hilfsmitteln der modernen Kunsttechnik hergestellte, möglichst vielseitige Illustrierung und zeitgemäße typographische Ausstattung der Leixnerschen Litteraturgeschichte den ersten Platz zu sichern. Der Bilderreichtum wird hinsichtlich der Auswahl wie der Güte der einzelnen Vorlagen von keinem andern ähnlichen Werke erreicht. Die Leixnersche Litteraturgeschichte ist sonach eine Zierde für jede Bibliothek, ein Prachtwerk, gleich ausgezeichnet durch den wertvollen Inhalt wie durch die prächtige Form.

Illustrierte Geschichte der fremden Litteraturen

Von

Otto von Leixner.

Zweite, neugestaltete und vermehrte Auflage.

Mit **375** Text-Abbildungen und **20** teilweise mehrfarbigen Beilagen.

Ausgabe in zwei Bänden	**Ausgabe in einem Bande**
Geheftet je **8 M.** Gebunden je **10 M.**	Geheftet **16 M.** Gebunden **20 M.**

Umfassende Gründlichkeit, feines sicheres Urteil und glänzende Darstellung zeichnen auch dieses im Anschluß an die „Deutsche Litteraturgeschichte" erschienene und mit dieser die

„Illustrierte Geschichte der Litteraturen aller Völker"

bildende Werk aus. Dasselbe gibt einen Überblick über die wichtigsten Dichtwerke aller Völker, welche von bleibendem Wert in dem Schatz der Weltlitteratur sind.

Digitized by Google

= Dritte = **Spamers** völlig neugestaltete Auflage.

Illustrierte Weltgeschichte

Mit besonderer Berücksichtigung der Kulturgeschichte

unter Mitwirkung von

Prof. Dr. G. Diestel, Prof. Dr. Ferd. Baesiger, Prof. Dr. O. E. Schmidt und Dr. F. Sturmhoefel

neubearbeitet und bis zur Gegenwart fortgeführt von

Prof. Dr. Otto Kaemmel.

10 Bände. Geheftet je 8 M. 50 Pf. In Halbfranzband gebunden je 10 M. und Register 6 M. gebunden.

Eine Weltgeschichte sollte in jedem Hause und in jeder Familienbibliothek zu finden sein. Denn es gibt keine Lektüre, die eine so unerschöpfliche Fundgrube der Belehrung für alt und jung, eine nie versiegende Quelle geistiger Anregung böte, keine, die kräftiger zu einem gesunden Urteile heranbildete und aus dem Vergleich der Vergangenheit den Blick für die Strömungen und Forderungen der Gegenwart schärfte, wie eine Gesamtdarstellung des Ringens und Vollbringens der Völker aller Zeiten.

General Octavio Piccolomini.
Nach einem Gemälde von Franz Leux im Nationalmuseum zu Stockholm.

Spamers illustr. Weltgeschichte will die Mitte halten zwischen den kurzen Handbüchern, die ihren Stoff so zusammendrängen müssen, daß sie kein wirkliches deutliches Bild mehr geben können, und den bändereichen Werken, die kaum noch eine Einheit bilden, und die niemand mehr im Zusammenhange lesen kann. Sie vereint wissenschaftliche Gründlichkeit mit wahrhaft populärer, d. h. allgemeinverständlicher und anregender Darstellung. Das Volksleben selbst ist stets als ein untrennbares Ganzes aufgefaßt und daher neben der politischen auch die Kulturgeschichte in ausgiebigster Weise berücksichtigt.

Zu diesen Vorzügen des textlichen Inhaltes gesellt sich nun eine **Illustration**, die an äußerer Pracht und innerem Wert ihresgleichen sucht. Nicht weniger als **4000** Nummern zählen die Text-Illustrationen, durchaus sachgemäße, nach auserlesenen Vorlagen unter Anwendung aller Hilfsmittel moderner Kunsttechnik ausgeführte Abbildungen, als: lebenswahre Porträts nach den besten gleichzeitigen Aufnahmen, Gemälden oder Stichen, genaue Nachbildungen wichtiger und interessanter Handschriften und Dokumente, historisch getreue Darstellungen denkwürdiger Ereignisse der Geschichte nach Gemälden hervorragender Meister aller Zeiten und Länder, gute Reproduktionen bedeutsamer Kulturdenkmale, geschichtlich wichtiger Bauwerke, von Orten und Stätten, Altertümern, ferner Karten, Pläne, Tabellen und vieles andere; dazu kommen noch über **300**, zum Teil in Farbendruck ausgeführte Beilagen und Karten oft größten Formates, so daß die Gesamtausstattung mit Fug und Recht als eine mustergültige und glänzende bezeichnet werden darf.

Spamers illustr. Weltgeschichte ist eine der großartigsten deutschen Publikationen in neuerer Zeit, ein Werk **von einzigartigem Werte als Bildungsmittel**, das eine ganze Bibliothek ersetzt und eine seltene Menge wertvollen und interessanten, vielfach noch ganz unbekannten Anschauungsmaterials bietet; sie ist zugleich ein Prachtwerk, das jeder Bücherei zur größten Zierde gereicht. Der Preis von **10** Mark für den vornehm gebundenen Band ist in Anbetracht der Schönheit des Werkes staunenswert billig, und die Lieferungs-Ausgaben ermöglichen auch dem weniger Bemittelten die Anschaffung.

Spamersche Buchdruckerei, Leipzig.

Digitized by Google

Digitized by Google

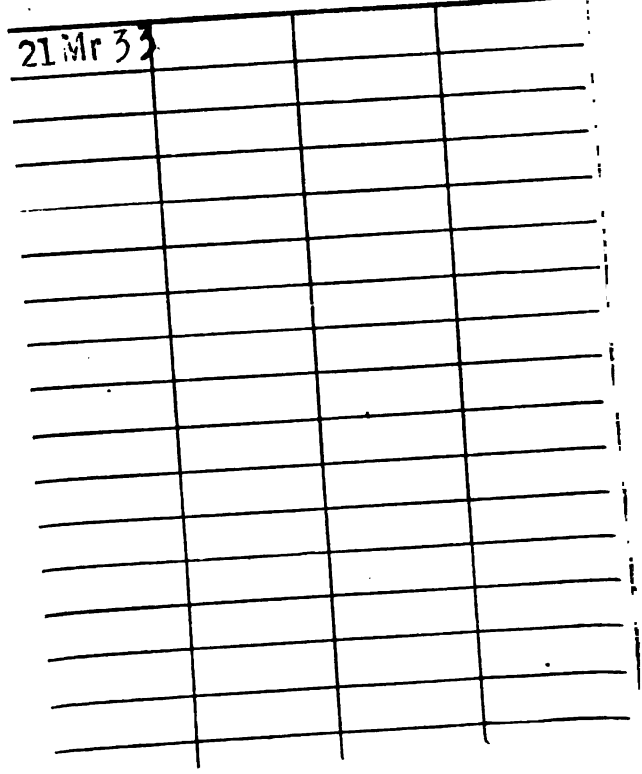
8908966301?

B89089663017A

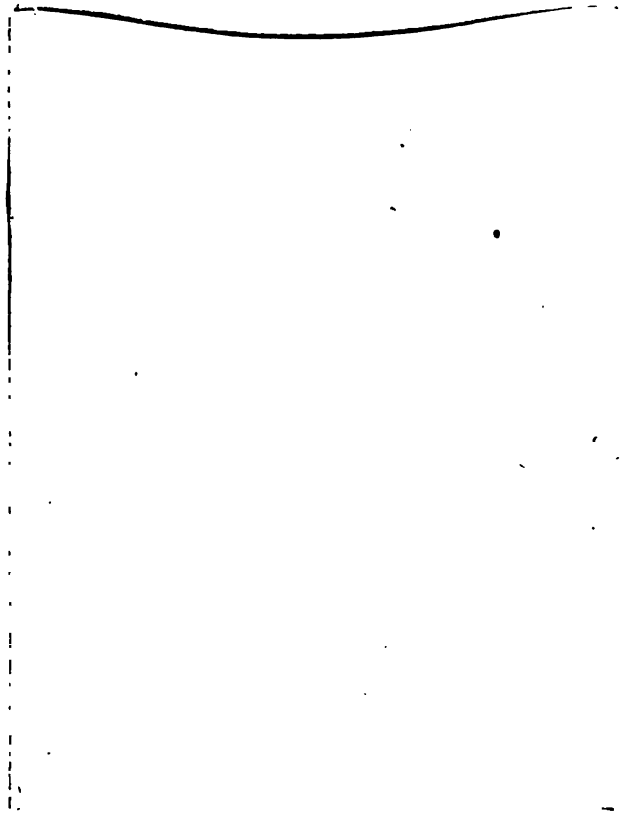
This book may be kept

FOURTEEN DAYS

A fine of TWO CENTS will be charged for each day the book is kept over time.



Digitized by Google



Digitized by Google

b89089663017
b89089663017a

Digitized by Google